CIENCIAS NATURALES Y TIC

ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Presidencia de la Nación
ANSES
escuelas de innovación
CONECTAR IGUALDAD

Autoridades

Cristina Fernández de Kirchner

Presidenta de la Nación

Jorge Milton Capitanich

Jefe de Gabinete de Ministros

Alberto Sileoni

Ministro de Educación

Diego Bossio

Director Ejecutivo de ANSES y Presidente del Comité Ejecutivo del Programa Conectar Igualdad

Silvina Gvirtz

Directora General Ejecutiva del Programa Conectar Igualdad

Ciencias Naturales y TIC : orientaciones para la enseñanza /

María Joselevich ... [et.al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : ANSES, 2014. E-Book.

ISBN 978-987-27243-8-2

1. Formación Docente. 2. TIC. 3. Ciencias Naturales. I. Joselevich, María

CDD 371.1

Fecha de catalogación: 01/09/2014

Este material ha sido producido por el Equipo de Ciencias Naturales del Plan Escuelas de Innovación de la Dirección de Comunicación y Contenidos del PROGRAMA CONECTAR IGUALDAD de ANSES.

Coordinación General del Plan Escuelas de Innovación

Romina Campopiano

Coordinación autoral

María Joselevich

Autores

Diego Caraballo, Graciela Cucci, Verónica Fantini, Cecilia Ferrante, Augusto Graieb, Valeria Hurovich, María Joselevich y Martín Prieto

Equipo de desarrollo editorial

Coordinación general

Cecilia Eva Beloqui y Magdalena Soloaga

Edición, corrección y diseño

Teresita Valdettaro

Se agradece especialmente la colaboración de Victoria Maier y Verónica Codina.

Diseño de tapa

Alan Grinberg

Estimados profesores y profesoras:

En las últimas décadas, la revolución tecnológica ha generado cambios en el modo de relacionarnos, de comunicarnos y de aprender que requieren el desarrollo de competencias y habilidades complejas. Es en este escenario global que el Programa Conectar Igualdad fue creado, a instancias de la presidenta de la Nación Cristina Fernández de Kirchner, como una política de inclusión de tecnología que, en sus cuatro años, logró sobrepasar las paredes de la escuela. Hemos logrado en este tiempo ampliar las posibilidades de desarrollo social de los argentinos y avanzamos hacia la construcción de una ciudadanía con igualdad de oportunidades.

Conectar Igualdad se planteó dos grandes objetivos: garantizar el derecho al ejercicio pleno de la ciudadanía y el acceso de todos los jóvenes a las tecnologías para eliminar la brecha digital ("Justicia Social"), y garantizar el derecho a una educación de calidad ("Justicia Educacional"). Para colaborar en el logro de estas metas, el plan de capacitación docente de ANSES, Escuelas de Innovación, elaboró una serie de eBooks de trabajo que sirven de orientación para la gestión y enseñanza con TIC, y para brindar apoyo a las prácticas cotidianas de las instituciones escolares.

Sabemos que integrar las TIC a la enseñanza es un desafío. Por eso, este material les ofrece a los docentes orientaciones y estrategias de enseñanza que permiten integrar las TIC en el aula, permitiendo clases más dinámicas y poniendo a los estudiantes en situación de generar distintas perspectivas y una nueva relación con el conocimiento. Para que esto suceda, el rol del docente es fundamental. Si bien los alumnos pueden tener cierto manejo de la tecnología, el contenido, la planificación y la organización crítica del contenido es tarea del docente.

Todas las propuestas que se ofrecen han sido probadas y validadas con profesores de distintas localidades del país. Las experiencias que se proponen están sustentadas y en permanente diálogo con el enfoque didáctico/curricular de cada área disciplinar. Lo que buscamos es alentar, a través de algunas propuestas concretas, el uso de las TIC y así fortalecer la enseñanza y el aprendizaje.

Invitamos a los docentes a animarse, a probarlas, a modificarlas, a resignificarlas. Introducir nuevas estrategias genera incertidumbre, por eso queremos acompañarlos en ese desafío.

Ustedes son los grandes protagonistas del cambio educativo, y por eso queremos acompañarlos día a día en la gran tarea que desarrollan. Estamos convencidos que la utilización de las tecnologías en sus clases serán importantes herramientas en este desafío.

Los saludo muy cordialmente,



Diego Bossio

Director Ejecutivo

ANSES

CIENCIAS NATURALES Y TIC

—

ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Contenidos

Palabras iniciales

El material que presentamos a continuación fue generado por el equipo de capacitadores del Módulo de Ciencias Naturales del Plan Escuelas de Innovación y resume el trabajo de este equipo durante los últimos cuatro años. Somos un grupo heterogéneo de profesionales de la ciencia y la educación, reunidos con una meta común: brindar recursos para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en la escuela secundaria que integren la tecnología y la enseñanza por indagación, de manera de enriquecer la práctica educativa cotidiana y potenciarla.

Nos motivan los alumnos y alumnas, su potencial de aprendizaje, sus ganas, sus preguntas, su mirada del mundo natural y, muy especialmente, ese momento único y casi mágico de todo ser humano cuando siente, en carne propia, lo maravilloso de conocer, comprender y aprender algo de cómo funciona el mundo que lo rodea.

Nuestro recorrido por numerosas escuelas secundarias argentinas entre los años 2011 y 2013 nos ha puesto en contacto con una gran diversidad de docentes de muchos puntos del país. Esta interacción constante y profunda nutrió al equipo de trabajo y abonó el material que hemos ido generando. Queremos agradecer especialmente a los profesores y profesoras que han participado de las capacitaciones del módulo, quienes, con su mirada crítica y constructiva, han enriquecido nuestras propuestas y con los que hemos compartido gratos momentos de trabajo en las aulas argentinas.

Todo el material que aquí se presenta ha sido una producción colectiva que ha contado con los saberes, el compromiso y el amor de todas las personas que han integrado este equipo en estos cuatro años. Muchos de ellos no participaron directamente de la escritura de este documento, pero han sido imprescindibles en la creación del material que lo conforma. No queremos dejar de hacer especial mención de todos ellos: Cecilia Cantera, Francisco González Pinto, Gabriel Levi, Mercedes Linares Moreau, Fernando Merwaiss, María Mesplet, Jazmín Penelas y María Victoria Plaza. Vaya para ellos nuestro mayor agradecimiento y cariño, por haber sido parte de esta experiencia creativa que fue, es y será el equipo de Ciencias Naturales de Escuelas de Innovación.

Equipo de Ciencias Naturales

ALFABETIZACIONES EN LA GLOBALIZACIÓN

Vivimos en un mundo globalizado, en el cual la ciencia y la tecnología avanzan aceleradamente produciendo profundos cambios en la vida de las personas.

Los avances a los que nos referimos se ven en campos tan diferentes como los de la salud, la tecnología alimenticia, la comunicación y la información. Hoy en día, por ejemplo, nadie especula con la forma de los continentes. Basta con entrar a la página web de la Estación Espacial Internacional para ver con nuestros propios ojos fotos y videos en tiempo real de la superficie de la Tierra, en los cuales se distinguen claramente los contornos de los continentes y muchas otras cosas: zonas pobladas, áreas deforestadas, ríos, mares y huracanes. El impacto de estos recursos en el estudio de temas medioambientales y productivos es enorme.

Dentro de los ámbitos académico-científicos, estos avances también son impactantes: permanentemente se desarrollan equipos y procedimientos para hacer mediciones cada vez más precisas y exactas, y nuevos experimentos que redundan en confirmaciones, modificaciones o precisiones de las teorías y leyes que describen el comportamiento de la naturaleza.

En este contexto, fascinante y en cambio permanente, es imprescindible que los ciudadanos de la sociedad moderna posean una alfabetización científica y tecnológica que les permita comprender y tomar posturas críticas frente a las diferentes formas de intervención que el hombre ejerce sobre el entorno natural, y directa o indirectamente, sobre sí mismo.

Alfabetización digital

La integración de las TIC en el mundo moderno se refleja en muchos aspectos de la vida cotidiana. La falta de acceso a estas herramientas a nivel educativo genera un distanciamiento de la escuela con la vida cotidiana de sus actores. Si un factor de gran peso en el abandono escolar es el desinterés de los estudiantes, los educadores debemos trabajar para incluirnos en el universo de estos chicos. La integración de la tecnología en el aula, en particular de las tecnologías de la información y la comunicación, puede ser una herramienta muy potente para atraer su interés y facilitar la enseñanza de la ciencia en la escuela.

Este distanciamiento tiene aún mayor impacto en los sectores más postergados de la población, generando un nuevo factor de desigualdad social y educativa. Por eso, surge la necesidad de desarrollar políticas públicas para socializar estos recursos de manera de acortar dichas brechas. Esto es particularmente importante en un país como la Argentina, en el cual diversas mediciones, llevadas a cabo tanto por el Ministerio de Educación de la Nación (DINIECE, 2008 [1]) como por algunos organismos internacionales (OCDE, 2007) indican que subsiste el problema de la desigualdad.

En este contexto, la integración de herramientas informáticas y de las TIC en el sistema educativo es fundamental para reducir la brecha social. La escuela tiene el rol fundamental de promover en los jóvenes el desarrollo de las herramientas cognitivas y las competencias necesarias para transitar el mundo, incluido el mundo digital, de forma responsable y crítica. En el caso de la Argentina actual, el advenimiento del Programa Conectar Igualdad brinda la enorme oportunidad de poner al alcance de toda la comunidad educativa herramientas que estimulen y guíen su alfabetización digital y abran la puerta para buscar un aprendizaje más profundo y significativo de las disciplinas (Gvirtz, 2011).

La alfabetización digital es también indispensable para lograr una alfabetización científica de los ciudadanos. Un ciudadano con alfabetización digital tiene acceso a una inmensa cantidad de información, así como a herramientas que pueden mejorar sus saberes, afianzarlos, profundizarlos y mantenerlos actualizados y también, pueden contribuir a su alfabetización científica. Esto hace esencial la articulación entre la alfabetización digital y la alfabetización científico-tecnológica, ambas competencias claves para lograr una mejor distribución del recurso educativo.

[1] Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa (DiNIECE)

Alfabetización científica y tecnológica

La **alfabetización científico-tecnológica** ha sido, históricamente, tema de amplio debate en diversos ámbitos. Desde nuestro punto de vista, no se trata de que los estudiantes posean una cantidad de saberes acumulados, sino de que posean una comprensión significativa y profunda de las leyes básicas del mundo en que vivimos y que desarrollen ciertas **capacidades relacionadas con el "modo de hacer" de la ciencia: el pensamiento crítico y autónomo, la formulación de preguntas, la interpretación de evidencias, la construcción de modelos explicativos y la argumentación, la contrastación y el debate como herramientas para la búsqueda de consensos**.

Adherimos a la idea de que el progreso del país requiere de una educación que contribuya a la alfabetización científico-tecnológica del conjunto de la población, que permita a los ciudadanos utilizar la ciencia y la tecnología como herramientas para construir su propia visión del mundo; que sean capaces de comprender y participar en debates, integrando valores éticos y utilizando para ello razonamientos válidos, basados, cuando corresponda, en evidencias empíricas; que puedan reconocer la diferencia entre evidencias científicas, explicaciones no racionales y opiniones personales, para tomar decisiones informadas y responsables acerca de cuestiones que afectan la calidad de vida y el futuro de la sociedad; y que puedan acceder a fuentes válidas de información científica y tecnológica.

Un ciudadano alfabetizado científica y tecnológicamente debería reconocer el origen histórico y social de la ciencia y comprender que el saber científico es provisorio y sujeto al cambio según el grado de acumulación de resultados, la aparición de nuevos datos o una mirada diferente sobre datos que ya se tenían. Debe comprender que la sociedad ejerce control sobre las ciencias y la tecnología y que, por lo tanto, tiene responsabilidad, dentro de la sociedad democrática, de tomar decisiones acerca del rumbo que se elige que sigan en su país. Siendo la escuela un lugar de privilegio para democratizar el acceso al conocimiento, esta tiene el rol fundamental de trabajar para que los jóvenes desarrollen las herramientas cognitivas y las competencias necesarias para transitar en forma responsable y crítica por la realidad cotidiana con sus fuertes componentes tecnológicos y científicos, una realidad en la que el mundo digital tiene un lugar cada vez más privilegiado.

La alfabetización científico-tecnológica insuficiente de los estudiantes argentinos

El **desinterés de los jóvenes por el estudio de la ciencia** no es, lamentablemente, una novedad, ni tampoco un fenómeno particular de nuestro país, y el mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela es una preocupación a nivel mundial (Galagovsky, 2012). Varias investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas muestran que **una alarmante proporción de los estudiantes**, a pesar de haber obtenido buenas calificaciones en las materias científicas, **no ha logrado aprender significativamente conceptos científicos fundamentales** y exhibe errores graves cuando se los indaga sobre sus ideas acerca de conceptos científicos. Por ejemplo, según una investigación llevada a cabo por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), más del 40% de los estudiantes del colegio secundario norteamericano piensan que los átomos se crean y destruyen durante las reacciones químicas[2], que las montañas se forman al apilarse una gran cantidad de piedras[3] y que las células de los distintos tejidos del cuerpo tienen distinto ADN[4]. En el caso de la Argentina, la situación no es muy distinta: tanto los resultados de los Operativos Nacionales de Evaluación como los de las pruebas de evaluación internacionales (ver resultados de la prueba PISA 2013), muestran que **los estudiantes de la escuela secundaria tienen un magro desempeño en las materias científicas**.

Este bajo nivel de alfabetización científica es, como vimos antes, una desventaja para el desarrollo de los individuos en el mundo moderno; pero también es un problema para el conjunto de la sociedad. En la Argentina actual, que está haciendo una fuerte inversión para encaminarse en un futuro con creciente desarrollo industrial y tecnológico, **son tan pocos los jóvenes que eligen las profesiones relacionadas con las ciencias y las ingenierías, que no alcanzan para cubrir los requerimientos del país**.

El problema es aún más serio cuando se considera que, de los pocos jóvenes que deciden cursar estudios superiores en estas carreras, un alto porcentaje egresa del nivel medio con muy bajo nivel en las competencias y herramientas cognitivas que debieron desarrollar en el área. Esto fortalece el abismo que se observa cuando ingresan a los niveles de enseñanza superiores. El enorme esfuerzo que implica ponerse “al día” y la frustración de no aprobar las primeras materias desanima a los estudiantes a seguir sus estudios en estas áreas y favorece el fuerte desgranamiento que se produce en el primer año de los estudios universitarios.

Los ámbitos científicos, educativos, profesionales y productivos del país se han visto muy afectados por esta situación, la cual se retroalimenta en los niveles educativos medios, entre otras cosas, por **la falta de profesores de ciencias en los colegios secundarios**.

[2] Link Disponible aquí
[3] Link Disponible aquí
[4] Link Disponible aquí

En algunos distritos escolares se presenta una situación paradójica: mientras la demanda de profesores crece en las escuelas por la producción de vacantes, en los institutos de formación docente hay una capacidad ociosa, debido a la escasa matrícula actual de ingresantes y egresados (Bamonte, 2009). Es decir, coexisten una oferta de formación y una demanda laboral importantes y, sin embargo, el eslabón por donde se corta la cadena de trabajo es, según algunos autores, la **baja motivación de los jóvenes por formarse como profesores especializados en ciencias**.

Varias jurisdicciones argentinas intentan remediar esta situación contratando profesionales de las áreas a los cuales suelen sugerir cursar algunos trayectos pedagógicos para completar su formación. Esto redunda en la **coexistencia de distintos tipos de formación en el sistema educativo** y, por ende, distintos niveles de conocimiento de las disciplinas y de la didáctica específica de las ciencias.

Enfoque del área de Ciencias Naturales

Varias organizaciones relacionadas con las ciencias y su enseñanza han hecho recomendaciones para tratar de paliar la situación antes descripta. Algunas de ellas son[5]

- Educar a los estudiantes no sólo en las explicaciones básicas del mundo material que ofrece la ciencia, sino también en **cómo funciona la ciencia**.
- Trabajar fuertemente en la **formación docente**. Estudios indican que la forma en que los docentes perciben la naturaleza del conocimiento científico es crucial para la comprensión que tienen de los contenidos científicos y de cómo enseñarlos.
- Aprovechar las **concepciones alternativas de los estudiantes**, es decir, las ideas que estos se han formado a lo largo de su vida en relación al funcionamiento del mundo natural, como punto de partida para la enseñanza.
- Trabajar sobre la **comprensión de la naturaleza de la ciencia**. Incluir en la currícula temáticas relacionadas con la historia y la filosofía de la ciencia.
- Trabajar en la enseñanza de la ciencia en un contexto familiar a los estudiantes para buscar que sus **aprendizajes** sean **más significativos**.
- **Cambiar el estereotipo del científico**. Los estudiantes de la escuela media suelen caracterizar al científico como a un hombre que está permanentemente vestido con un guardapolvo blanco manipulando recipientes humeantes y de colores; una persona solitaria y brillante, a la cual le llega la inspiración para resolver los dificilísimos problemas que se plantea de manera abrupta, como si fuera una “iluminación”. Si, además, hay una idea general de que las carreras científicas y tecnológicas son difíciles y que los jóvenes deberán hacer un gran esfuerzo para llegar a una meta que resulta difusa y muy lejana, ¿quién se sentirá atraído y no más bien amedrentado ante esta imagen?
- Investigar sobre **nuevas maneras de enseñar**, que tengan en cuenta principalmente el interés de los estudiantes. En este sentido, vale mencionar que uno de los factores más importantes relacionados con el aprendizaje es el interés de los estudiantes. Y, al parecer, a muchos estudiantes secundarios no les interesa lo que les ofrece el colegio. Según un documento publicado por IIPE-UNESCO y OEI (SITEAL, 2013), en la región, la mayoría de los chicos que abandonan la escuela secundaria en su ciclo superior no lo hacen por motivos económicos ni familiares. Lo hacen por desinterés. ¿Será que la escuela debe modernizarse para adaptarse a sus alumnos actuales? No olvidemos los formatos de la escuela de hoy fueron diseñados en otros tiempos para realidades muy diferentes.
- Cumplir metas de **alfabetización científico-tecnológica**.

[5] Níaz, 2011; Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias, 2007; Proyecto 2061, AAAS, 1998, Osborne y Dillon, 2008.

¿Cómo hacer ciencia en el aula?

Para muchos autores, la ciencia se aprende en forma genuina a través de la realización de actividades científicas escolares. Para esto, Gellon et al (2005) proponen incorporar al trabajo del aula cinco aspectos que consideran fundamentales en la actividad científica:

1. Tratar de entender el mundo a través de observaciones y experimentos, para comprender el **aspecto empírico de la ciencia**.

2. **La ciencia tiene un aspecto metodológico** que es mucho más complejo que la estructura rígida e invariable que se enseña a veces en el colegio. Hay algunas reglas que seguir: por ejemplo, los experimentos deben poder ser reproducidos por cualquier otro investigador idóneo y la forma de experimentar tiene ciertas pautas que deben respetarse (identificación de variables, inclusión de controles, mediciones, etc.). Estos aspectos necesitan ser fuertemente trabajados en el aula.

3. **La ciencia tiene un aspecto abstracto**, por ser un producto de la imaginación humana. En este sentido, el uso de modelos y representaciones es algo inherente a la actividad científica y su enseñanza, y debe ser trabajado y explicitado.

4. **La ciencia tiene un carácter contraintuitivo**. Como el hecho de que el Sol recorre el cielo todos los días. ¿Por qué habría de pensarse que es la Tierra la que gira alrededor del Sol? Hay conocimientos científicos que van contra el sentido común. Y no sólo esas ideas suelen ser difíciles, sino la forma misma de pensar que caracteriza la investigación científica debe ser enseñada y aprendida.

5. Por último, **la ciencia es un producto social**. Está hecha por personas y, por eso, tiene un aspecto social que ha de manifestarse en el quehacer diario del aula de Ciencias Naturales poniendo especial énfasis en trabajar en la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Trabajar sobre los aspectos anteriores tendiendo a una alfabetización científica implica **que los estudiantes aprendan a desenvolverse como indagadores activos y críticos** generadores de preguntas, hipótesis, experiencias, modelos explicativos y respuestas a problemas teóricos y prácticos. **Los profesores debemos estar en la búsqueda permanente de una actitud inquisitiva y curiosa por parte de nuestros estudiantes**. Al acompañarlos en su camino de preguntarse, maravillarse frente a los fenómenos de la naturaleza y querer comprenderlos y, en algún punto, tomar algún tipo de control sobre esos hechos, los educadores estaremos, además, invitando a nuestros estudiantes a desarrollar autonomía en el pensamiento y una gran creatividad. Estarán haciendo ciencia en la escuela.

La indagación en la enseñanza

De acuerdo con lo que hemos dicho más arriba, nuestra propuesta consiste en trabajar con un formato indagatorio sobre contenidos fundamentales de la ciencia poniendo especial énfasis en la forma en que la ciencia funciona. En esta forma de enseñar y aprender, buscamos que sean los y las estudiantes los agentes en la construcción de su propio conocimiento, desarrollando progresivamente sus saberes y habilidades. Este modelo propone integrar el aprendizaje de competencias científicas al de contenidos básicos de las ciencias, dejando claro que lo central es construir la comprensión y no, poner el foco en la mera adquisición de información.

En una revisión de trabajos de investigación publicada en 2010, Minner (Minner et al, 2010) muestra evidencias de que es más probable que se logre una mayor comprensión de los conceptos si se aprenden en un enfoque basado en la indagación que si se utilizan formas de enseñanza y aprendizaje menos activas.

Pero, ¿de qué hablamos cuando nos referimos a la *indagación*? La literatura no es determinante respecto a este punto y distintos autores definen la enseñanza por indagación de formas diferentes. Coincidiendo con lo expresado por Wynne Harlen (Harlen, 2013), hablaremos de una forma de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la cual "los estudiantes desarrollan progresivamente ideas científicas clave al aprender cómo investigar y construir su conocimiento y comprensión del mundo que los rodea. Utilizan habilidades que emplean los científicos, tales como formular preguntas, recolectar datos, razonar y analizar las pruebas a la luz de lo que ya se sabe, sacar conclusiones y discutir resultados" (IAP 2010).

Según Harlen, cuando se desenvuelven en un marco escolar indagatorio los estudiantes aprenden habilidades de investigación científica que desarrollan y utilizan. Su proceso de aprendizaje implica recolectar pruebas, elegir las fuentes de información y utilizarlas adecuadamente, y mantener una discusión abierta y permanente acerca de todos los puntos de sus indagaciones. La comprensión de los procesos y contenidos de la ciencia se facilitará si los estudiantes se involucran profundamente en su propio aprendizaje, si se toman en cuenta sus opiniones y elecciones, sus experiencias previas e ideas preexistentes y se tratan temas que les resultan interesantes, relacionados con su vida diaria, sus inquietudes y la vida de su comunidad. Esto ayudará, además, a que desarrollen actitudes positivas y constructivas hacia la ciencia y el aprendizaje de la ciencia. Las experiencias de aprendizaje deberían proponer desafíos dentro del alcance de los estudiantes para que aprender les sea placentero, y deberían involucrar sus emociones al hacer que el aprendizaje de las ciencias sea apasionante.

Para lograr lo anterior, las actividades que propongamos los docentes deberían incluir momentos en que los chicos y chicas deban:

- utilizar las habilidades de cuestionar, observar, medir, formular hipótesis, hacer predicciones, planificar investigaciones controladas, interpretar datos, sacar conclusiones, informar hallazgos, reflexionar sobre los procedimientos;
- hablar con otros, sus pares y sus profesores, sobre sus ideas y actividades;
- trabajar en colaboración con otros, tomar en cuenta las ideas del resto y compartir las propias;
- expresarse, tanto oralmente como de forma escrita, utilizar progresivamente términos y representaciones científicas apropiadas;
- aplicar lo aprendido en contextos de la vida real.

Y para ayudar a lograr lo anterior, los docentes podemos:

- asegurar el acceso de los estudiantes a una serie de fuentes de información e ideas relativas a sus actividades científicas;
- utilizar el cuestionamiento para instarlos a usar las habilidades indagatorias en la comprobación de ideas;
- hacer participar a los jóvenes regularmente en discusiones con todo el curso, en las que las ideas científicas y las ideas sobre la ciencia se compartan y analicen críticamente;
- estimular la tolerancia, el respeto mutuo y la objetividad en las discusiones de curso;
- modelar actitudes científicas tales como el respeto por la evidencia, la apertura de mente y la preocupación por los seres vivos y el medioambiente;
- promover la expresión oral y escrita en un lenguaje claro y correcto, respetando las opiniones y la libertad de expresión de los estudiantes;
- hacerles comentarios que reflejen y comuniquen los criterios del buen trabajo y que los ayuden a ver cómo mejorar o superar una etapa y pasar a otra;
- utilizar la información sobre el progreso actual y ajustar el ritmo y el desafío de las actividades que se les proponen;
- dar oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre sus procesos y resultados de aprendizaje;
- determinar el progreso hacia las metas de aprendizaje, tanto a corto como a largo plazo.

Como último comentario, desde nuestro punto de vista, **es deseable que la indagación sea el marco fundamental en el cual se mueve la enseñanza de la ciencia**. Aun cuando los temas tratados involucren competencias que no implican la comprensión de conceptos (como el uso de equipos, la simbología, la nomenclatura y las convenciones que se usan en la comunicación de la ciencia), habrá algún momento en el cual la indagación ayude a darles sentido a las experiencias, así como a las ideas científicas y matemáticas.

La integración de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Desde el punto de vista de la didáctica específica de las Ciencias Naturales, **la utilización adecuada de recursos informáticos es potenciadora de los procesos de aprendizaje**. Las posibilidades de acceso a la información y de su procesamiento se ven enormemente enriquecidas por las TIC a través de canales potentes, rápidos y económicos. Esta democratización con respecto a los canales tradicionales permite a los estudiantes entablar una nueva relación con el conocimiento científico, que va mucho más allá de la que se logra con la clase puramente expositiva o, incluso, con actividades de laboratorio demostrativas a cargo del profesor. **Una nueva relación, en la cual el estudiante es un actor activo** estará motorizada, ponderada y legitimada por sus propias inquietudes e intereses. En este esquema, el profesor tiene la oportunidad de potenciar enormemente su rol de guía y orientador de los aprendizajes de sus estudiantes.

Pero no es sólo el acceso a la información lo que valoriza la aparición de los recursos tecnológicos en el estudio de las Ciencias Naturales. **El uso de hardware y programas específicos para la enseñanza tiene en sí mismo un valor agregado**. Contenidos cuya enseñanza conlleva tradicionalmente dificultades relacionadas con lo procedimental son enormemente facilitados con las TIC. Algunos ejemplos de esto son el estudio de los procesos de crecimiento y división celulares, y los fotogramas que facilitan el estudio de la trayectoria de la caída de un cuerpo.

Por otro lado, **la construcción de gráficos matemáticos, su interpretación y uso** (por ejemplo, con el programa GeoGebra, es un área donde se ha demostrado que las TIC son sumamente útiles, especialmente para la comprensión de los tres tipos de lectura a los que nos referiremos en *Uso de gráficos*: dentro los datos, más allá de los datos y detrás de los datos.

Otro ejemplo de especial importancia es el **desarrollo de programas diseñados para visualizar modelos tridimensionales de átomos y moléculas.** Como por ejemplo ACDlabs Chemsketch y Avogadro. Estos programas permiten un acercamiento a conceptos sumamente complicados y de difícil abordaje. Mientras en las aulas actuales se suelen utilizar modelos de madera o plástico, el uso de visualizadores computacionales abre a los estudiantes innumerables posibilidades de manipulación de los modelos, permitiéndoles deducir propiedades y simular comportamientos que después pueden cotejar con datos reales. La posibilidad de elección de distintas representaciones para estudiar aspectos diferentes de un problema es altamente potenciadora del desarrollo de un pensamiento científico, crítico y deductivo.

El último aspecto al que nos referiremos será la **incorporación de recursos tecnológicos a los trabajos prácticos**. La medición de propiedades es la manera en que la ciencia (incluida, por supuesto, la ciencia escolar) interactúa con el ambiente. Hablaremos del trabajo con colectores electrónicos de datos, que permite llevar adelante mediciones de manera rápida y precisa, y hacer análisis de los datos de manera fácil y organizada.

Las clases de Ciencias Naturales pueden enriquecerse enormemente con el uso de recursos tecnológicos. La inclusión de momentos en los cuales las herramientas estén integradas a las situaciones de enseñanza y aprendizaje puede hacer las clases más dinámicas e interesantes para los estudiantes. Pero además, como veremos a continuación, hay ciertos aspectos en los cuales la diferencia puede ser fundamental para que los estudiantes logren aprendizajes realmente significativos.

Presentaremos en los siguientes módulos una introducción al uso de algunos de estos recursos tecnológicos.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este módulo*.

Simulaciones y representaciones

En aquel Imperio, el arte de la cartografía logró tal perfección que el mapa de una sola provincia ocupaba toda una ciudad, y el mapa del imperio, toda una provincia. Con el tiempo, estos mapas desmesurados no satisficieron y los colegios de cartógrafos levantaron un mapa del imperio, que tenía el tamaño del imperio y coincidía puntualmente con él. Menos adictas al estudio de la cartografía, las generaciones siguientes entendieron que ese dilatado mapa era inútil y no sin impiedad lo entregaron a las inclemencias del sol y los inviernos. En los desiertos del oeste perduran despedazadas ruinas del mapa, habitadas por animales y por mendigos; en todo el país no hay otra reliquia de las disciplinas geográficas.

Jorge Luis Borges, "Del rigor en la ciencia", *El hacedor* (1960)

EL USO DE MODELOS

El **concepto de modelo** es fundamental para el pensamiento y el estudio de la ciencia. Olimpia Lombardi define un modelo como “un objeto abstracto, conceptualmente construido, en el cual se consideran como variables sólo los factores relevantes, a veces se suponen las propiedades de los elementos inobservables en el sistema real e incluso a veces se introducen entidades ideales inexistentes en la realidad” (en Galagovsky, 2011). **Los modelos en ciencias ayudan a la representación de ideas, procesos y sistemas complejos**. En este sentido, es importante reforzar que los modelos **son simulaciones de la realidad basadas en la teoría**, o sea, no son representaciones completas de las realidades que se supone representan.

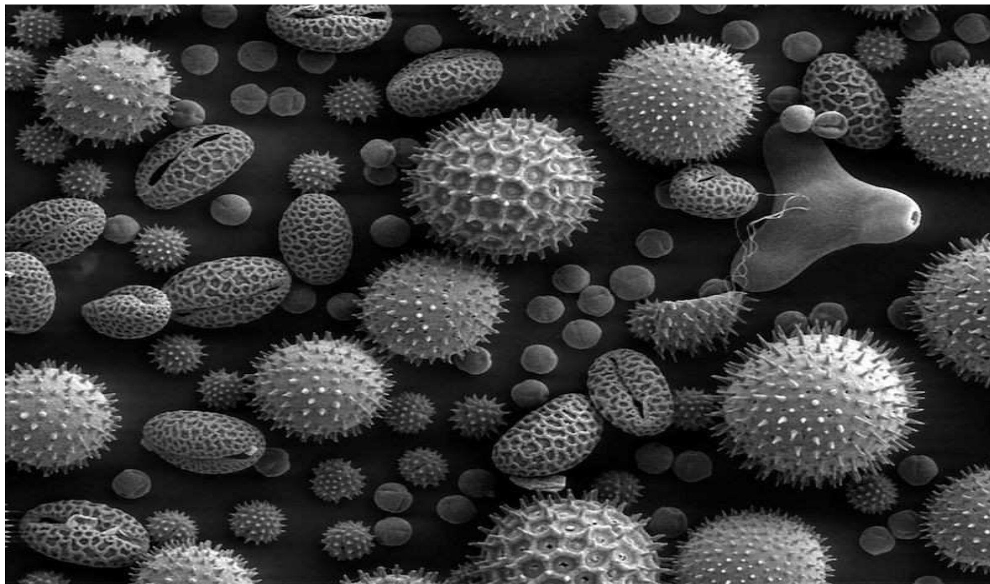
Nuestro proceder en el mundo se debe a que de algún modo nos hacemos una idea de la realidad. Para comprender la realidad, debemos construir un *modelo mental*, que está constituido principalmente por aspectos lingüísticos y representacionales. **Los modelos son inherentes a cualquier explicación que queramos dar acerca de cualquier objeto, fenómeno, o sistema que se nos presente. Y aún más, los modelos nos permiten no solo tener una explicación teórica del mundo, sino también predecir su comportamiento y/o transformarlo.** Una característica fundamental de los modelos es que se trata de representaciones abstractas, que toman solo algunos aspectos de la realidad. Según Bunge (983), ″un modelo es una construcción imaginaria (por ende arbitraria) de un(os) objeto(s) o proceso(s) que reemplaza a un aspecto de la realidad a fin de poder efectuar un estudio teórico por medio de las teorías y leyes usuales″.

En el ámbito de las Ciencias Naturales, en tanto estas buscan explicar alguna porción del mundo y/o predecirla (ya sean objetos, fenómenos o sistemas), los modelos resultan herramientas indisociables del conocimiento científico, ya que son el medio entre la teoría y la realidad (Chamizo, 2010). **Debido al alto nivel de abstracción que suelen tener sus enunciados, comprender un modelo científico suele ser una tarea muy ardua.** También es difícil la comprensión de la naturaleza de los modelos (Raviolo, Ramírez y López, 2010). Una de las razones es que los modelos no son explicaciones últimas y verdaderas, sino que pueden ser –y de hecho, lo han sido– reemplazados históricamente según distintos criterios. Es más, algunos modelos se utilizan por su carácter instrumental a pesar de que existan otros que expliquen mejor la realidad: la física newtoniana es útil para realizar aproximaciones sobre el comportamiento de los cuerpos en lo cotidiano, y es matemáticamente mucho más accesible que la teoría de la relatividad, aunque este último modelo explica mejor la interacción entre el tiempo y el espacio.

Por lo dicho anteriormente, un objetivo de la enseñanza de las Ciencias Naturales es que los estudiantes puedan apropiarse de modelos científicos, pero debido a su nivel de abstracción estos deben ser reformulados para estar al alcance de las habilidades operatorias de los estudiantes. Mediante el uso de representaciones didácticas los modelos científicos (o su conceptualización) se vuelven accesibles para los estudiantes (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

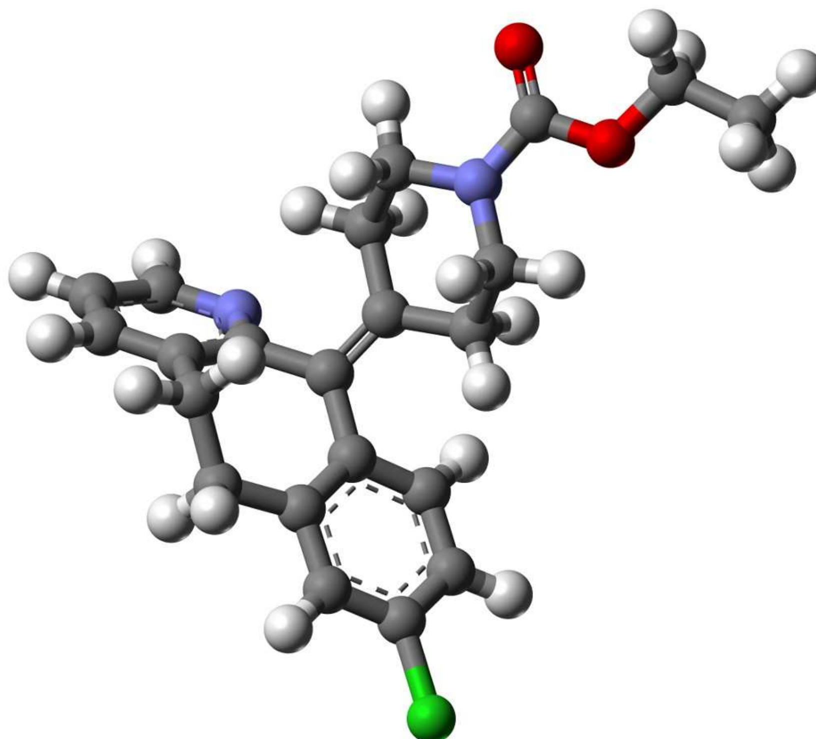
Según Galagovsky y Adúriz-Bravo, estos modelos escolares pueden clasificarse en cuatro categorías:

Representaciones científicas. Son imágenes visuales obtenidas con el uso de algún instrumental específico de una disciplina científica, tales como imágenes satelitales, micrografías, radiografías, electrocardiogramas, etc.



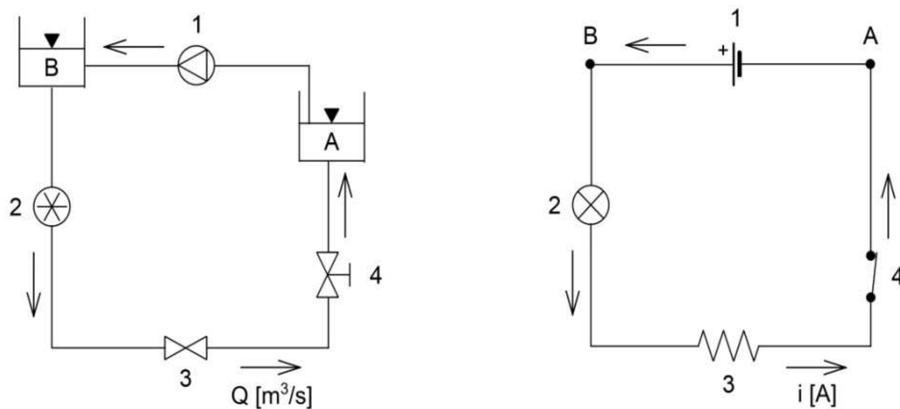
Granos de polen tomados en un Microscopio Electrónico de Barrido, correspondientes a una variedad de plantas comunes: girasol (*Helianthus annuus*), campanilla (*Ipomoea purpurea*), malvarrosa (*Sildalcea malviflora*), lirio (*Lilium auratum*), primavera (*Oenothera fruticosa*) y el ricino (*Ricinus communis*). La imagen está aumentada unas 500 veces, por lo que el grano en forma de frijol en la esquina inferior izquierda es de aproximadamente 50

Representaciones concretas. Son representaciones visuales de ciertas imágenes asociadas a algún modelo científico en particular; pueden ser dibujos, proyecciones bidimensionales u objetos tridimensionales. Ejemplos de este tipo serían: el dibujo de un orbital, el esquema de una célula, un modelo molecular (de bolitas y palillos), una maqueta del sistema solar, una simulación obtenida mediante ordenadores u hologramas.



Modelo de bolas y bastones de la molécula de loratadina, creado en Avogadro.

Análogos concretos. Son dispositivos didácticos facilitadores del aprendizaje de conceptos abstractos, que utilizan conceptos y situaciones que se enmarcan en el conocimiento cotidiano de los estudiantes. Un ejemplo de un análogo concreto es el uso de un sistema hidráulico para representar un circuito eléctrico simple con elementos en paralelo y en serie. El uso de analogías puede auxiliar la reestructuración del marco conceptual de los estudiantes novatos, facilitar la comprensión y visualización de conceptos abstractos, despertar el interés por un tema nuevo, y es útil al profesor para indagar sobre el conocimiento previo de los estudiantes.



Analogía entre un circuito hidráulico (izquierda) y un circuito eléctrico (derecha): 1. bomba hidráulica / fuente eléctrica: 2. turbina / lámpara: 3. válvula de estrangulamiento / resistencia; 4. válvula de cierre / tecla de encendido y apagado.

Autor: Daniele Pugliesi.

Modelo didáctico analógico (MDA). Es similar al análogo concreto, pero difiere en su secuenciación didáctica. Comparte con el análogo concreto el hecho de utilizar una situación accesible a los estudiantes (proveniente de la vida cotidiana, la ciencia ficción o del sentido común), para representar un modelo científico (sus conceptos nucleares y las interrelaciones entre ellos). Lo que hace específico al MDA es que se lo utiliza en tres etapas consecutivas:

1. se presenta el MDA, antes que el tema científico al que hace referencia y se invita a los estudiantes a hacer ejercicios de anticipación que relacionen funcionalmente los elementos del MDA;

2. se presenta el modelo científico y se promueve la elaboración de hipótesis, en las cuales los estudiantes comparen similitudes y diferencias entre el modelo científico y el MDA;

3. Se pide a los estudiantes que realicen un análisis riguroso para explicitar de qué modo realizaron la analogía: los recortes, las simplificaciones y las aproximaciones que se produjeron; en qué medida hay una correspondencia entre las partes de ambos modelos y en qué casos la analogía resulta válida o no.

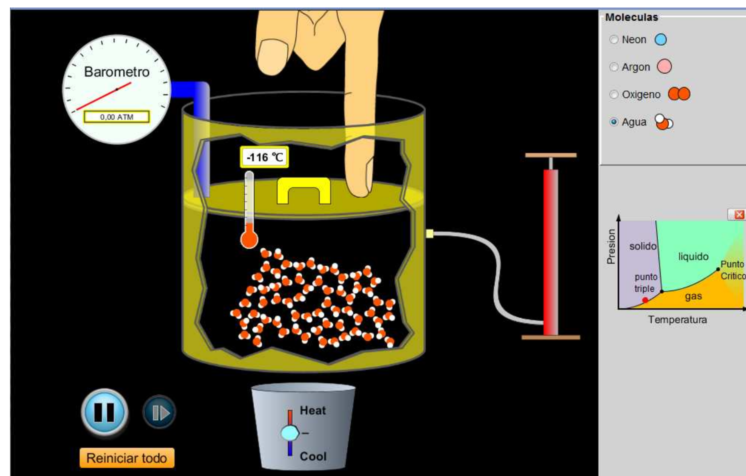
SIMULADORES

Los simuladores son programas que operan con modelos científicos y una variedad de formas de representación. Magee (2006) y otros autores (Chelquer, 2001; Teodoro, 1998) proponen una definición para los simuladores que involucra aspectos de los análogos concretos, las representaciones concretas, las científicas e incluso algunos podrían ser clasificados como MDA. Al igual que Galagovsky y Adúriz Bravo, sostienen que se trata de modelos de objetos, procesos o eventos que existen o pueden existir. Pero señalan que "los simuladores se diferencian de otros tipos de modelo debido a su naturaleza dinámica: representan un modelo en funcionamiento, al que se le pueden modificar parámetros y variables y ver cómo este modelo responde"**.** El modelo en un simulador está enunciado explícitamente; en particular los modelos que subyacen a los simuladores utilizados en la enseñanza de las Ciencias Naturales suelen ser matemáticos (expresados por ecuaciones).

Los simuladores presentan un modelo o entorno dinámico que permite integrar distintas formas de representación: gráfica, analítica, algebraica, animaciones, tablas, etc. Estos programas representan una instancia de transición entre la realidad y un modelo matemático o lógico; en esa transición se aloja su principal ventaja en el uso didáctico. Como se dijo anteriormente, muchas veces los modelos matemáticos son muy complejos y pueden ser inaccesibles. Sin embargo el aprendizaje de los conceptos que engloban los modelos y de su interacción puede ser facilitado por el uso de un simulador. Estos ofrecen, además, la **posibilidad de realizar experimentaciones en un entorno de condiciones ideales**, que no pueden generarse a partir de la experiencia directa (por ejemplo, simular el movimiento de un resorte en ausencia de rozamiento). Finalmente, los simuladores pueden servir para **proponer a los estudiantes ejercicios de anticipación**, que luego corroboren con el modelo, favoreciendo el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Los entornos de simulación pueden servir para utilizar un modelo en el cual el estudiante pueda modificar variables y parámetros y observar los resultados, o bien para que los estudiantes construyan sus propios modelos para explicar algún aspecto de la realidad.

SIMULADOR DE CAMBIOS DE ESTADO DE LA MATERIA



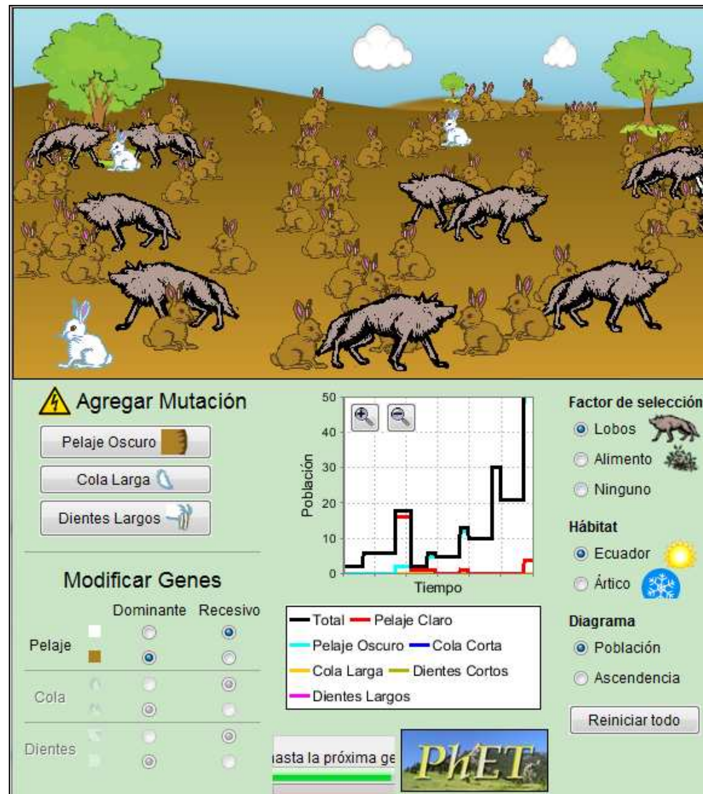
Captura de pantalla del simulador de estados de la materia de la Universidad de Colorado.

En este simulador, el modelo se mantiene implícito, las *variables independientes* se controlan de manera analógica (una palanca enfría o calienta el sistema, con el dedo se puede mover la tapa del recipiente modificando el volumen, y con el inflador se pueden agregar más partículas al sistema), y las *variables dependientes* (presión y temperatura) se muestran análoga y numéricamente, así como el *estado de la materia* se representa por un modelo analógico concreto (círculos en movimiento) y por una representación gráfica (a la derecha). Este simulador permite trabajar en condiciones ideales: el sistema no pierde calor, la tapa cierra herméticamente, y salvo por las partículas que el usuario agrega el sistema está al vacío.

Puede descargarse este simulador en el siguiente link

(Debe estar actualizado el entorno java)

SIMULADOR DE SELECCIÓN NATURAL



Captura de pantalla del simulador de Selección Natural de la Universidad de Colorado.

Si bien este simulador muestra un modelo conceptual, de fondo opera un modelo matemático. Se pueden cambiar *parámetros*, como el tipo de hábitat, o el tipo de mutaciones que pueden ocurrir en una población. Además de una *animación* que análoga los procesos de reproducción y depredación, se muestra un *gráfico* del tamaño poblacional de conejos de distinto pelaje y lobos a lo largo del tiempo. Estas son dos formas de representar las mismas variables, y al ofrecerse en simultáneo, cada estudiante puede sacar provecho a la que se ajuste más a su estilo cognitivo. Este simulador asume ciertas condiciones ideales: por ejemplo, la presencia de un único factor de selección por vez.

Puede descargarse este simulador en el siguiente link

(Debe estar actualizado el entorno java)



En la web existe gran número de simuladores y programas de representación para la enseñanza de las Ciencias Naturales, que abarcan disciplinas como Química, Física, Biología, Ciencias de la Tierra, Astronomía, Ciencias del ambiente, entre otras. Algunos de ellos son:

- Edumedia:
- Área Ciencias
- Simulaciones PhET (Universidad de Colorado)

Programas de representación y modelado utilizados en las actividades de Ciencias Naturales

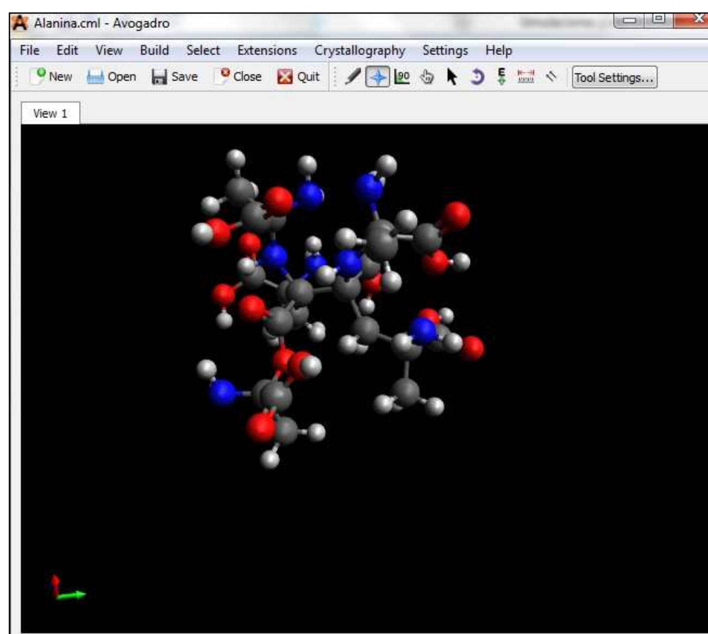
A continuación se presenta una breve descripción de tres de los programas utilizados en las secuencias didácticas del módulo de Ciencias Naturales de Escuelas de Innovación y se discuten las posibilidades que estos ofrecen como herramientas de modelado.

Los primeros, **Avogadro** y **ACD/Chemsketch** son programas cuyo fuerte es la representación (y manipulación) tridimensional de átomos y moléculas. Estos programas facilitan el aprendizaje de cómo se disponen los átomos y moléculas en el espacio (estereoquímica), lo que determina algunas de las propiedades y la reactividad de dichas moléculas.

Finalmente se describe **Modellus,** que es un entorno de simulación en el que tanto los profesores como los estudiantes pueden construir y poner en funcionamiento modelos matemáticos.

Si bien no es un programa de modelado, vale la pena mencionar **GeoGebra,** que es una aplicación libre y de código abierto, que ha sido desarrollado específicamente con fines didácticos y es monitoreado y mejorado permanentemente por una comunidad mundial de especialistas y usuarios que investigan y desarrollan nuevos usos para esta aplicación. Geogebra es un programa que permite realizar representaciones gráficas y aproximaciones a funciones matemáticas; también ofrece herramientas para trabajar en geometría de manera interactiva y resolver sistemas de ecuaciones entre otros. Además, facilita a los estudiantes la creación de modelos matemáticos para realizar exploraciones interactivas.

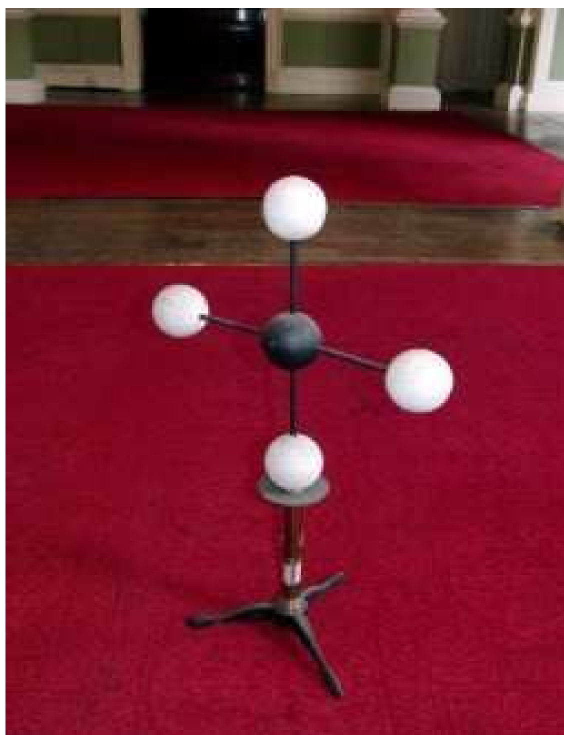
AVOGADRO: MANIPULACIÓN GRÁFICA DE MODELOS DE MOLÉCULAS



Representación tridimensional de una molécula del aminoácido alanina en Avogadro, con esferas (átomos) y bastones (enlaces).

Uno de los saberes fundamentales que se requiere en el caso particular del aprendizaje de la Química es el dominio de diferentes códigos mediante los que se representan gráficamente modelos de la organización espacial de las moléculas. Esto hace que los estudiantes deban aprender tanto la nomenclatura de esos sistemas de representación como sus reglas sintácticas, y sean capaces de traducir de un lenguaje a otro y de decidir cuándo y con qué metas deben usar cada uno de esos sistemas de representación. La habilidad de intercambiar las formas de representación requiere un cierto nivel de dominio dentro de cada uno de estos sistemas, dominio que puede facilitarse con el uso de entornos gráficos, interactivos y que faciliten el intercambio de formas de representación.

La forma más habitual de representar átomos y moléculas en los ámbitos escolares es utilizando **modelos materiales**, como por ejemplo bolas de distintos materiales unidas con varillas.



Modelo molecular del metano creado por August Wilhem von Hofmann en 1860.

Estos modelos no son meras amplificaciones de las moléculas que pretenden representar. Se eligen de forma tal de expresar determinadas propiedades del objeto en estudio, como la relación de tamaños entre los átomos de una molécula, pero necesariamente dejan pasar otros aspectos imposibles de representar con el mismo modelo, como ser la distancia entre los electrones y los núcleos de esos átomos. La complejidad de los sistemas naturales hace deseable y necesario que se utilicen varios modelos diferentes para representar distintos aspectos que se deseen estudiar. Por otro lado, la explicitación de la presencia y el uso deliberado de esos modelos lleva, entre otras cosas, a trabajar con el aspecto abstracto de la ciencia.

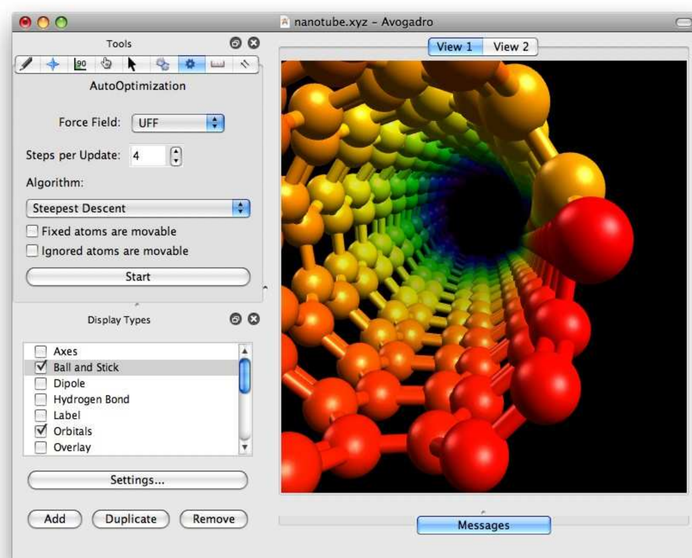
En este sentido, las aplicaciones tecnológicas que permiten el fácil acceso y manipulación de distintos modelos son funcionales a un mejor aprendizaje de los contenidos de las ciencias. Los estudiantes que utilizan modelos moleculares computarizados muestran un incremento en sus capacidades de comprensión del concepto de modelo científico y de aplicar transformaciones de representaciones moleculares de una a dos o tres dimensiones moleculares y viceversa (Doris &Barak, 2001).

La **tecnología de visualización molecular en 3D** ayuda a mejorar la comprensión de la estructura tridimensional de las moléculas y de muchas propiedades físicas y químicas derivadas (Richardson y Richardson, 2002; Marzocchi, et al., 2012). Además, ofrece una gran variedad de herramientas que permiten manipular los modelos para, por ejemplo, apreciar mejor el tamaño, el volumen y la disposición relativos de los átomos en el espacio, resaltar ciertas partes de una molécula, activar o desactivar parcialmente la representación visual para ver zonas de interés, seleccionar y/o restringir segmentos específicos de la molécula, construir animaciones moleculares en donde se presentan transformaciones de las moléculas para explicar sus características estructurales y la relación, por ejemplo, con su actividad biológica. Conceptos tales como escala, accesibilidad, reactividad, impedimento estérico y topoquímica, son fácilmente asequibles con la ayuda de estos sencillos modelos digitales tridimensionales.

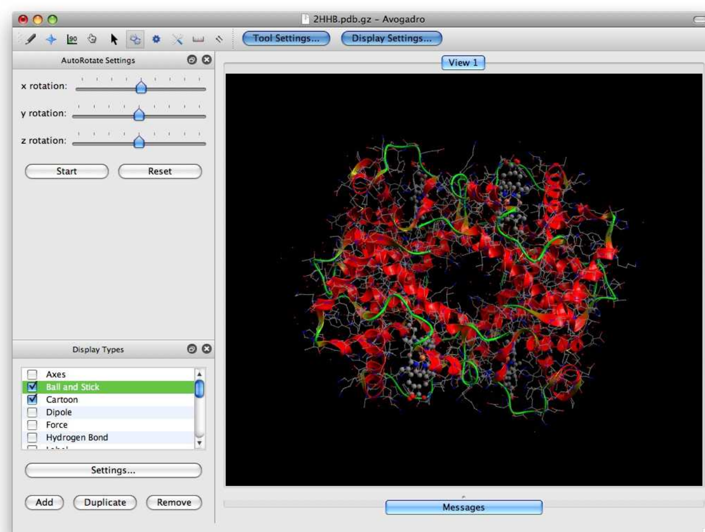
El Programa Conectar Igualdad ha incluido, entre los recursos ofrecidos propuestos para las áreas de Ciencias Naturales, el **Avogadro**, un programa versátil que permite visualizar distintos tipos de representaciones de los modelos moleculares, realizar mediciones de distancias entre átomos, manipular enlaces y átomos de forma individual, apreciar su geometría, rotar las figuras de forma automática y acceder a una biblioteca de fragmentos que posee modelos ya construidos. Atendiendo a lo dicho más arriba, este programa permite acercar al estudiante a la utilización de modelos moleculares y de esta manera contribuye a una mayor comprensión de los mismos.

Avogadro es un programa que **genera representaciones tridimensionales de átomos y moléculas**. Permite editar y visualizar moléculas, modificar los enlaces químicos, rotar las estructuras. Este programa tiene bases de datos que permiten predecir, bajo ciertas condiciones, la disposición tridimensional de los átomos que conforman una molécula. Permite variar las formas de representación de los átomos (como bolas y varillas, o como esferas de Van der Waals), medir ángulos de enlace, generar macromoléculas (como polipéptidos, por ejemplo), optimizar la geometría molecular, entre otras funciones. La variedad en formas de representación y los algoritmos de optimización de la geometría molecular son recursos que pueden facilitar la apropiación de las propiedades espaciales de las moléculas.

☐ Para operarlo de forma interactiva instalar Avogadro y abrir el archivo alanina.cml.

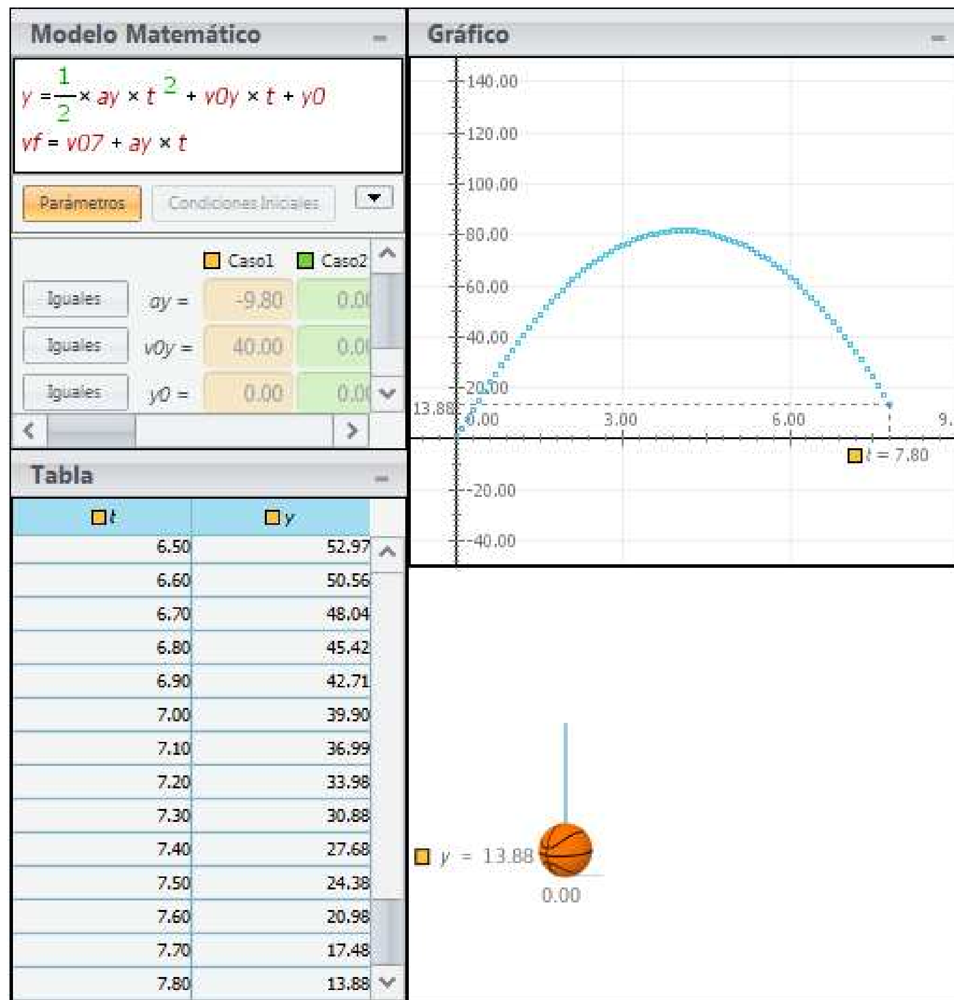


Nanotubo de carbono hecho en Avogadro.



Estructura terciaria de una proteína.

MODELLUS: SIMULACIONES CREADAS POR EL



USUARIO

Simulación del tiro vertical de una pelota de básquet realizada con Modellus.

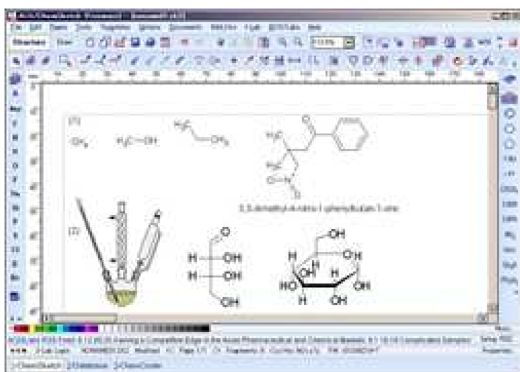
Para poder operarlo de forma interactiva instalar java, Modellus y abrir el archivo modelotirovertical.modellus.

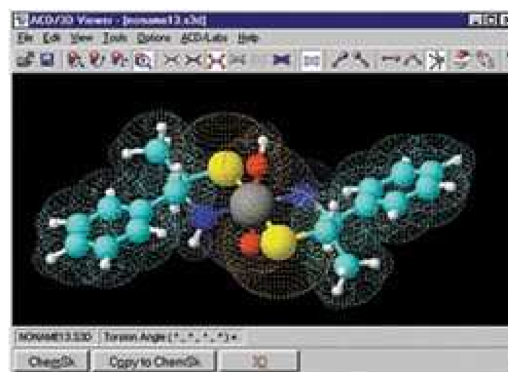
Modellus es un programa desarrollado por la Universidad de Lisboa, que **permite generar simulaciones a partir de modelos matemáticos.** El usuario escribe su modelo mediante la explicitación de ecuaciones convencionales y diferenciales, y elige una variable independiente. Los valores de las variables irán cambiando a lo largo de la simulación, proceso que podrá visualizarse mediante tres formas de representación: a través de tablas de valores, mediante gráficos cartesianos y por medio de ventanas de animación. Modellus permite manipular las variables dependientes e independientes de un modelo ya sea de forma numérica (introduciendo un valor exacto), mediante controles analógicos (representaciones gráficas de la variable en cuestión) o moviendo un objeto en el espacio.

Este entorno ofrece una variedad de formas de representación como gráficos, tablas, animaciones de objetos y expresiones algebraicas. En Modellus se puede trabajar con simulaciones presentes en la web, pero también el profesor o los estudiantes pueden escribir sus propios modelos y correr sus simulaciones.

Si bien Modellus es un programa diseñado como entorno de simulación en Física, puede utilizarse en cualquier disciplina en la que se plantee un modelo matemático. Por ejemplo, puede escribirse un modelo para simular el movimiento de un resorte, un modelo de enfriamiento de un objeto caliente, un modelo de dinámica de poblaciones predador/presa, entre otros ejemplos. Con este programa, el profesor puede generar modelos para que sus estudiantes utilicen a modo exploratorio, y también los estudiantes pueden generar sus propios modelos matemáticos para explicar un fenómeno observado. Además existe en internet un creciente volumen de modelos generados en este programa que pueden descargarse y utilizarse con fines didácticos.

CHEMSKETCH: VISUALIZACIÓN 3D DE MOLÉCULAS, ENTORNO PARA EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y BASE DE DATOS DE QUÍMICA





Representación bidimensional (izquierda) y tridimensional (derecha) de moléculas, con ACD/Chemsketch. También se pueden hacer esquemas del diseño experimental y los materiales a utilizar (izquierda).

En una línea similar al Avogadro, el programa **ACD/Chemsketch es un programa de representación de moléculas y una base de datos de química**. El Chemsketch puede emplearse para escribir ecuaciones químicas, simular estructuras moleculares y dibujarlas, y hacer diagramas con materiales de laboratorio. También permite ver moléculas en color y rotarlas en representaciones bidimensionales, así como tridimensionales compactas (esferas de Van der Waals) y de bolas y varillas. Este programa brinda asimismo la posibilidad de estimar propiedades moleculares (por ejemplo, el peso molecular, densidad, refracción molar, etc.). Además Chemsketch permite importar mapas de moléculas (archivos en formatos *mol* y *jmol*) de bases de datos en la red, incluso de macromoléculas como el ADN o las proteínas.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado*.

El trabajo con gráficos en Ciencias Naturales

Los documentos surgidos del Consejo Federal de Educación que direccionan la actividad docente en nuestro país plantean como el primero de los objetivos centrales para la educación secundaria en Ciencias Naturales el de "la interpretación y la resolución de problemas significativos a partir de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar, para contribuir al logro de la autonomía en el plano personal y social" (NAP, 2011). A este fin contribuyen diversos tipos de habilidades y conocimientos que esperamos que la escuela transmita.

Sin dudas uno de los contenidos necesarios en la sociedad actual es la capacidad de leer adecuadamente la información presentada en forma gráfica. La importancia de la interpretación de gráficos no se agota en los estudiantes que piensen proseguir sus estudios en carreras científicas (para los cuales tiene, desde ya, un enorme valor), sino que es de carácter general: la presentación de información gráfica es moneda corriente en publicidades, artículos periodísticos referidos a diversas cuestiones, libros de texto, etcétera.

¿QUÉ IMPLICA PODER TRABAJAR CON GRÁFICOS?

Llegado el momento de plantearnos cómo lograr el objetivo general de lograr un adecuado manejo de la información gráfica, resulta útil desglosarlo en otros objetivos más puntuales.

Desde este enfoque, en distintos trabajos de investigación en didáctica se plantea categorizar las habilidades necesarias para construir gráficos e interpretarlos, sobre la base de que estas habilidades constituyen, con frecuencia, dificultades para los estudiantes. Vamos a detenernos en estas categorías, porque es importante tenerlas en cuenta al pensar el rol de la tecnología, y también el rol docente, en la enseñanza de estos contenidos.

Postigo y Pozo (2000) proponen tres niveles de procesamiento de la información en los gráficos cartesianos. En un **nivel explícito** sitúan la información que puede obtenerse del gráfico (por ejemplo, las variables incluidas, los valores de puntos graficados, inter o extrapolados). En un segundo nivel, que llaman **implícito**, ubican tanto la relación que muestran entre sí las variables graficadas como la interpretación de símbolos, leyendas y conceptos que se incluyen en el gráfico, y que el sujeto realiza a partir de sus conocimientos previos (y no pertenecientes al gráfico). El tercer nivel corresponde a lo **conceptual** e involucra la elaboración de explicaciones, predicciones y conclusiones, a partir de un análisis global de la información presentada.

Nuñez y colaboradores (Núñez, Banet Hernández et al., 2009) utilizan en cambio la clasificación propuesta por Leinhardt y otros (Leinhardt, Zaslavsky et al., 1990), que proponen diferenciar entre la interpretación a partir de **información local** (identificación de puntos, interpolación) o de **información global** (extrapolar, poner título al gráfico, comparar incrementos para distintas variables).

Una tercera categorización, algo más compleja pero con una base similar (cfr. Arteaga, Batanero et al. 2009) fue propuesta por Gerber y sus colaboradores (Gerber, Boulton-Lewis et al. 1995). Estos autores distinguen **niveles de comprensión**, ya no en función de la dificultad de cada tarea supuesta *a priori*, sino a partir de los propios resultados alcanzados por estudiantes de distintos niveles educativos. Quedan así definidos distintos niveles, del 1 al 7. Se ubican en los primeros niveles la lectura literal y acotada de la información, y en los últimos, la capacidad de comparar tendencias, obtener conclusiones generales y predecir el comportamiento para situaciones análogas no representadas en el gráfico. En los trabajos de otro grupo de investigadores (Aoyama y Stephens 2003; Aoyama 2006), la clasificación en niveles se extiende un poco más todavía, diferenciando dentro del séptimo nivel tres categorías referidas a la capacidad crítica de analizar la información. Distinguen entonces entre quienes hacen un análisis correcto sin cuestionar la información presentada; quienes ponen en cuestión la fiabilidad de los datos y la metodología con que se recabaron; y, por último, quienes pueden construir un modelo explicativo de la situación presentada o plantear hipótesis alternativas.

Luego de este escueto resumen, podemos ver que, si bien hay diferencias en cuanto al tipo de clasificación utilizada por cada grupo de autores, los esfuerzos por sistematizar el estudio de las habilidades necesarias al construir e interpretar gráficos resultan en una serie que, tomando la denominación de Arteaga, Batanero y colaboradores (Arteaga, Batanero et al. 2009), abarcan aquellas que tienen un carácter más técnico o de "lectura dentro de los datos", otras que requieren de un pensamiento de orden superior o de "leer más allá de los datos", y por último un tipo de lectura "detrás de los datos". **Pensamos que estos tres niveles son necesarios si queremos lograr una auténtica alfabetización científica de la población, y creemos que el uso de la tecnología puede ayudarnos en esta tarea.**

LAS DIFICULTADES PARA CONSTRUIR GRÁFICOS E INTERPRETARLOS

Se han realizado algunos estudios en los que se pide a personas de distintos ámbitos laborales y con distinto grado de escolarización (desde la escuela primaria a la universidad) que resuelvan tareas de construcción y/o interpretación de gráficos. Los autores de dos de estos trabajos resumen de las dificultades que presentan estudiantes de educación secundaria en estas investigaciones (García y Palacios 2007; Núñez, Banet Hernández et al. 2009).

Según estas recopilaciones, las dificultades frecuentemente aparecen cuando se espera que los estudiantes:

a. identifiquen la variable dependiente y la independiente;
b. utilicen de manera adecuada las escalas;
c. interpolen o extrapolen valores (sobre todo en el caso de gráficos de líneas curvas, no rectas);
d. trabajen con gráficos complejos (que contienen datos para dos o más variables);
e. evalúen el incremento entre dos puntos de una línea;
f. infieran la tendencia de la gráfica;
g. identifiquen la relación causal entre las variables representadas;
h. comparen tendencias para dos variables diferentes;
i. pongan un título a la gráfica;
j. elijan un tipo de gráfico acorde a lo que se pretende mostrar sobre una serie de datos;
k. obtengan conclusiones a partir de una gráfica (en particular, mencionan que los estudiantes no cambian de parecer aun cuando los datos presentados contradigan sus conocimientos previos).

En la lista anterior hemos intentado ordenar las dificultades según su pertenencia a *la lectura dentro de los datos* (puntos a. al e.), *la lectura más allá de los datos* (puntos f. al j.) y *la lectura detrás de los datos* (k.).

LA INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE GRÁFICOS

En varios estudios **se ha demostrado que trabajar con gráficos en las aulas mejora las habilidades de los estudiantes en la comprensión de los mismos, especialmente cuando los estudiantes pueden trabajar con ellos de manera interactiva** (Laverty y Kortemeyer, 2012). En este sentido, los programas que facilitan el trabajo con datos, su visualización en gráficos y su procesamiento son instrumentos sumamente útiles tanto en la vida profesional como en la escolar. **Entre los programas que hay disponibles para el trabajo con datos, es destacable el GeoGebra, que ha sido desarrollado específicamente con fines didácticos y es monitoreado y mejorado permanentemente por una comunidad mundial de especialistas y usuarios que investigan y desarrollan nuevos usos para esta aplicación.** Si bien originalmente se usó sólo para la enseñanza de la matemática, pronto se comenzó a utilizar en situaciones de clase en otras disciplinas, principalmente la física y la química. Las **planillas de cálculo** tipo Excel tienen también una excelente versatilidad a la hora de presentar los datos en distintos tipos de gráficos.

Es de esperar que **el uso de las computadoras para analizar gráficos, modificarlos y construirlos contribuya eficazmente a su aprendizaje**. En primer lugar, porque dado el tiempo que puede llevar en clase la construcción de un gráfico en forma manual, probablemente esta tarea casi no forme parte de las actividades normales en clases que no sean de matemática.

Por otro lado, volviendo sobre las dificultades antes enumeradas, pensamos que **el trabajo con las netbooks seguramente ayude a lograr un adecuado manejo de las escalas y los tipos de gráficos a utilizar**, ya que la posibilidad de hacer modificaciones y ver los resultados se vuelve inmediata. Al utilizar las computadoras, las destrezas que hemos denominado como de *lectura dentro de los datos* están directamente al alcance de la mano, al menos en cuanto a sus aspectos operativos.

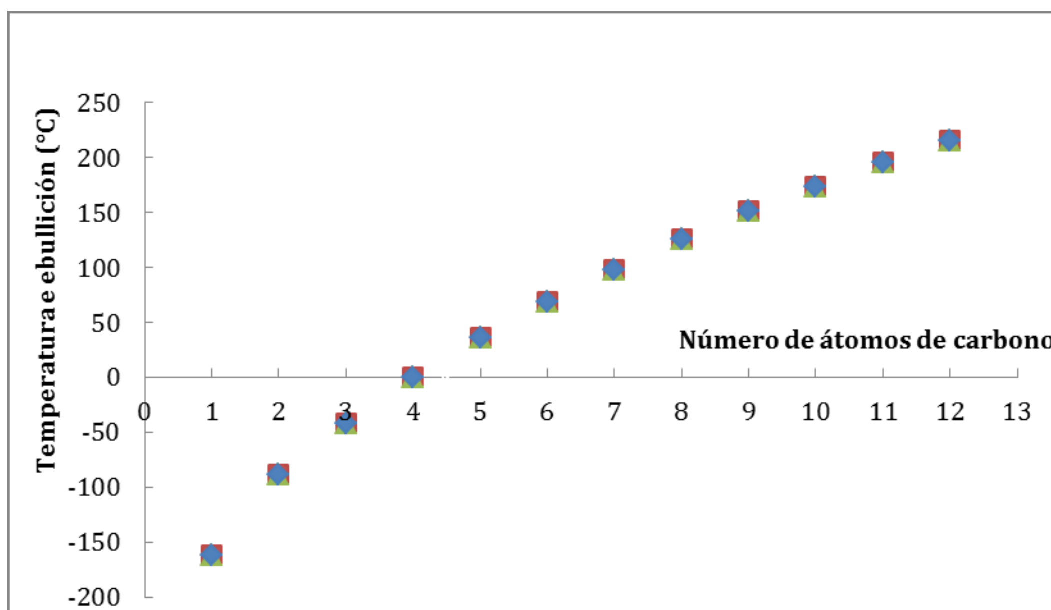


Gráfico que muestra las temperaturas de ebullición en función del número de átomos de carbono de una serie de alcanos lineales.

Además, la presentación cómoda y prolija que implica trabajar con gráficos en la computadora, en comparación con los realizados a mano, seguramente ahorra dificultades en el momento de abordar aquellas cuestiones que hemos llamado de *lectura más allá de los datos,* y de *lectura detrás de los datos.* En este punto, por otro lado, pensamos que se vuelve aún más importante el rol docente, que acompaña a los estudiantes y los guía en un proceso de elaboración en el cual la netbook es una herramienta más. Destacamos este aspecto, por natural que parezca, porque en nuestra experiencia de trabajo con profesores hemos percibido, en algunos casos (y sobre todo como reacción inicial ante la aparición de las netbooks en las aulas), la sospecha de que pueden ser “desplazados” por las máquinas. Si volvemos a leer, una por una, la larga lista de dificultades enumeradas más arriba, podemos ver que lo que necesitamos para salvar cada una de estas dificultades es más formación, y no simplemente más información.

UN ENFOQUE ALTERNATIVO A LAS DIFICULTADES QUE PRESENTA EL TRABAJO CON GRÁFICOS

Queremos cerrar este apartado haciendo referencia a un enfoque que no hemos incluido en la reseña bibliográfica inicial por pertenecer a una escuela de pensamiento diferente, pero cuyo análisis va en el sentido que venimos recorriendo. Los canadienses Roth y Bowen han trabajado en este mismo tema pero no desde el punto de vista de los procesos cognitivos (compartido por los autores anteriores), sino desde el **enfoque semiótico**, entendiendo un gráfico como una forma de comunicación que tiene sus reglas específicas pero que, sobre todo, forma una unidad con la realidad a la que refiere.

Según su modelo de la situación, quienes interpretan gráficos exitosamente, en general anclan su razonamiento en casos reales con los que están familiarizados, y que el gráfico podría estar representando. De ahí la dificultad de interpretar un gráfico exclusivamente desde el punto de vista matemático. A partir de sus investigaciones, cuestionan el uso de los términos "deficiencia" o "concepción alternativa" aplicados a las dificultades en la interpretación de gráficos. Para estos autores, resulta insuficiente pensar en las dificultades como carencias internas al sujeto que fracasa, ya que, si incluso científicos en ejercicio presentan problemas para interpretar gráficos que no sean de su campo específico, tal como ellos han encontrado empíricamente (Roth y Bowen 1999), entonces no parecería adecuado designar estos errores como "deficiencias cognitivas" (Roth 2002).

En sus trabajos, resaltan dificultades adicionales a las ya enumeradas, algunas de las cuales resultan muy significativas. Entre las que son de interés en la educación secundaria, mencionan que una confusión que suele aparecer tiene que ver con el gráfico como representación de datos experimentales y el gráfico de los valores esperados según un determinado modelo teórico. En este sentido, GeoGebra –y Excel, en menor medida– permiten un acercamiento sumamente intuitivo a la aproximación de datos con funciones matemáticas que es, finalmente, lo que resulta en muchas de las leyes que se busca construir en las asignaturas del área. El trabajo explícito con datos experimentales y la construcción de modelos seguramente contribuyen a aclarar la mencionada fuente de confusión.

Por otro lado, el enfoque propuesto por Roth y Bowen resulta interesante si pensamos la doble dificultad que puede implicar para los estudiantes el aprender sobre algún aspecto de la realidad natural a través de gráficos, ya que, al mismo tiempo que aprenden sobre determinado fenómeno, deben aprender también a interpretar lo que los gráficos quieren decir.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

Búsqueda de información en Internet

En esta sección vamos a referirnos a un tema que podría parecer demasiado simple para merecer un apartado, porque buscar información es seguramente una de las primeras cosas que hace una persona que tiene acceso a la red. Perelman (2011) ha estudiado casos en que docentes plantean a sus estudiantes realizar una búsqueda de información en la web. Este autor menciona que **los estudiantes piensan que**:

- **La web les devolverá de inmediato aquella información que buscan**, es decir, los datos precisos y exactos para resolver la actividad propuesta.
- **El buscador es un bibliotecario que interpreta las palabras claves** y que provee en un tiempo record toda la información existente.

Como pensamos que el procedimiento no es tan sencillo, hemos incluido este apartado. Algunas preguntas pueden mostrar hacia dónde apuntamos:

¿Es lo mismo usar cualquier buscador?

¿Cómo sé si lo que encontré es válido?

¿Cómo advierto si lo que alguien publica está condicionado por sus intereses particulares?

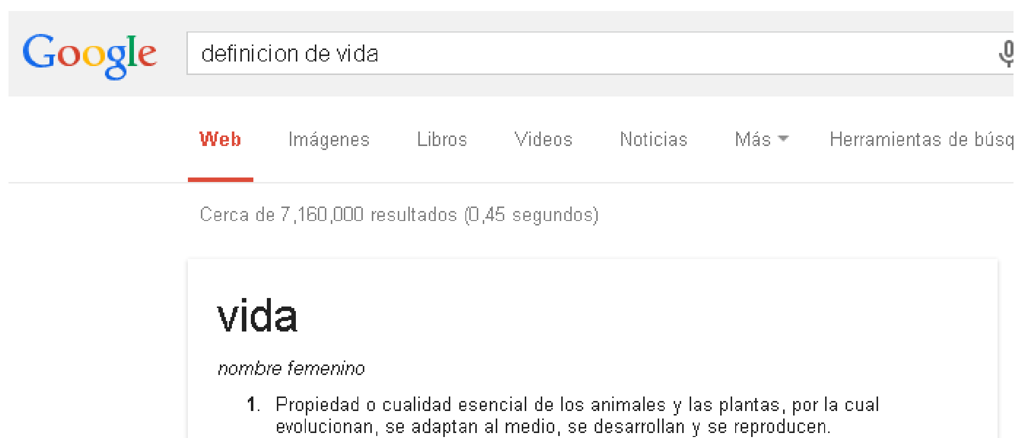
¿Cuándo vale la pena hacerme todas estas preguntas?

Burbules y Callister (2008) se han planteado estas preguntas y han esbozado, también, algunas respuestas. De sus trabajos tomaremos lo que nos parece más pertinente para quienes nos desempeñamos en la enseñanza de las ciencias naturales. A medida que avancemos, compartiremos ejemplos de situaciones propias de nuestro campo disciplinar.

Las preguntas anteriores estructuran una forma particular de moverse en internet, una práctica que podemos definir como ***lectura crítica,*** entendiendo *lectura* en su sentido amplio, ya sea que se trate de la interpretación de textos propiamente dichos, o bien de imágenes, videos, etc. A lo largo de este documento, intentaremos mostrar que la capacidad crítica descansa, en parte, en los conocimientos y en la habilidad intelectual de quien pretende ejercerla, pero también depende de aspectos actitudinales. Un usuario crítico de internet es alguien que *quiere* emitir un juicio y que *puede* partir de una actitud escéptica, permitiéndose dudar de lo que lee.

La capacidad de lectura crítica, por lo tanto, puede ser aprendida, y por eso entra en la esfera de nuestro rol docente. Pensamos que, en aquellos lugares donde estén dadas las condiciones, este es sin dudas un eje que debe ser trabajado, aprovechando las *netbooks*. Dedicar parte de nuestro tiempo de clase a desarrollar la lectura crítica en nuestros estudiantes es una contribución significativa en pos de una genuina alfabetización digital. Como ya mencionamos, la lectura crítica de internet –y de otras fuentes de información– es contenido-dependiente; por lo tanto, lo mejor será **incluirla, de manera transversal, en la enseñanza de los distintos espacios curriculares que integran la escuela secundaria**.

Comencemos con un ejemplo. Supongamos que pedimos a nuestros estudiantes que busquen en internet definiciones de "qué es la vida". Una primera búsqueda en el motor Google con los términos "definición de vida" arroja más de siete millones de resultados, pero nos muestra, en primer plano, una definición que aparece destacada por este buscador.



Captura de pantalla al buscar la expresión "definición de vida" en Google

En cuanto al número de resultados, nadie visitará los siete millones de páginas para hacerse una idea exhaustiva de lo que hay en internet sobre qué es la vida. Es casi un lugar común mencionar que la mayor parte de los usuarios, en realidad, no pasa de la primera página de enlaces. **Esta abrumadora cantidad de información provoca una especie de "saturación"**, debido a la cual pareciera que todas las referencias tuvieran la misma jerarquía, importancia y confiabilidad. Entre tantos vínculos, cuesta definir cuáles son mejores para nuestro propósito y **resulta difícil decidir con algún criterio qué páginas visitar primero**.

Detengámonos, en primer lugar, en la definición destacada por Google:

Vida. Propiedad o cualidad esencial de los animales y las plantas, por la cual evolucionan, se adaptan al medio, se desarrollan y se reproducen.

El primer comentario es que resulta muy notorio que, al referirse únicamente a plantas y animales, **deja afuera reinos actualmente aceptados por los biólogos para clasificar a los seres vivos**: Archaea, Bacteria, Fungi y Protista. La inclusión de estos reinos no es un cambio de último momento: la división de los seres vivos en plantas y animales –propuesta por Aristóteles– fue ampliada por Haeckel en 1866 para incluir lo que él llamó "reino Protista". Esta clasificación ha sufrido modificaciones desde entonces, ya que incluyó nuevos reinos. De modo que la acepción que encontramos resulta inaceptable desde este punto de vista. Una definición de estas características puede reforzar, además, concepciones alternativas según las cuales solamente los organismos "superiores" están vivos.

Por otro lado, **la definición parece mezclar características de distintos niveles de organización**. No son los organismos sino más bien las especies las que evolucionan, a lo largo de su desarrollo; aunque son los organismos los que se reproducen. Esta confusión puede llevar a un lector desprevenido a reforzar una visión "lamarckiana" de la evolución.

La palabra "esencial", por lo demás, no parece la más prudente a la luz de los debates históricos entre biólogos con posturas mecanicistas y vitalistas. Los vitalistas, finalmente derrotados en lo que a ciencia se refiere, adjudicaban la vida a una "esencia" o "soplo vital" que otorgaba a los seres vivos las propiedades únicas que no posee la materia inanimada.

Pasemos en limpio lo que nos ha permitido mostrar este ejemplo. Hemos usado un buscador general, como Google, para buscar una definición de *vida*. Obtuvimos una impresionante cantidad de resultados, imposibles de chequear en su totalidad; pero el buscador nos ahorró trabajo poniendo en un recuadro especial, por encima de todos los demás resultados, una definición particular. **Según el bagaje de conocimientos que pongamos en juego en nuestro rol de lectores críticos, podemos cuestionar esta definición por varios motivos,** desde el punto de vista de la taxonomía, la biología evolutiva, la historia de las ciencias, la epistemología e, incluso, la política. Sin descartar otros cuestionamientos posibles que no han surgido en esta ocasión.

Notemos, además, que el sesgo desde el cual cuestiona la definición cada uno de nosotros da pie para trabajar de manera colaborativa en la elaboración de juicios críticos. **Las actividades que planteen este tipo de lectura pueden ser mucho más ricas si se las realiza en grupo**, ya que cada integrante puede aportar reflexiones que sirvan a todos para repensar lo que se lee.

Nuestra elección del ejemplo no fue ingenua, ya que uno sabe de antemano que la definición de *vida* es problemática. Pero **el anterior no es un caso aislado**: podríamos llegar a conclusiones parecidas si pensamos en cuestiones como la definición de *gen*, o si queremos profundizar en qué es un *electrón*. Podemos preguntarnos sobre la naturaleza de estas entidades: *¿los electrones son ondas o partículas, o las dos cosas? ¿Un segmento de ADN que puede dar lugar a dos productos proteicos, es un gen o son dos?...* Pero tanto electrones como genes alguna vez fueron postulados y son parte de modelos científicos; esto permite indagar también sobre su carácter epistemológico: *¿los genes son algo real, existen, o son un producto de los modelos científicos?* Estos enfoques se verán reflejados en materiales que circulan en internet y un lector crítico debería poder reconocerlos.

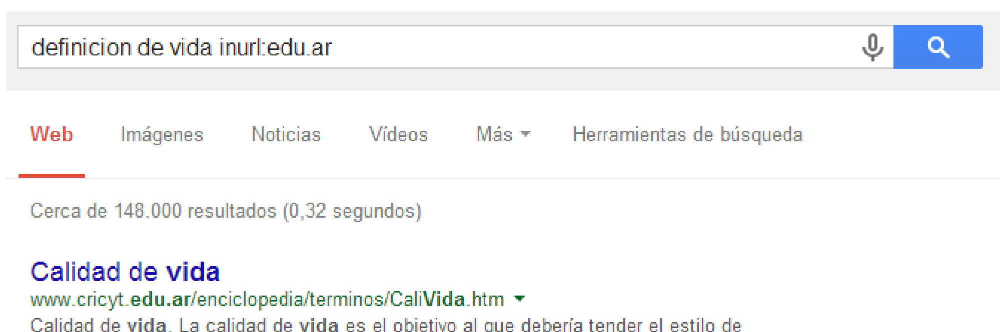
Sin embargo, **hay otras búsquedas posibles en internet que no parecen tan problemáticas.** Por ejemplo, si al resolver un problema no recordamos el factor de conversión de pulgadas a centímetros, rápidamente obtendremos el valor 2,54 y volveremos a nuestro problema de origen.

Esto nos lleva a la última de las preguntas que planteamos al comienzo. Un usuario crítico es alguien que, además de poder hacer juicios críticos, sabe dosificar esta actitud en la medida en que la juzga necesaria. Además de poner en juego nuestros conocimientos sobre la temática en cuestión, Burbules y Callister remarcan que la decisión de hasta qué punto debe uno comportarse escépticamente se ve influida también por el contexto en el que se encuentre la información. Pensemos en la diferencia de nuestra actitud hacia una afirmación sobre la reactividad del ion cianuro comparada con el sulfocianuro en un contexto académico o hacia una afirmación parecida en una nota sobre la contaminación provocada por la minería a cielo abierto.

LO ENCONTRÉ EN INTERNET, ¿ES CIERTO?

Uno de los criterios que suele tenerse en cuenta para asignar cierta credibilidad a una página web es nuestra forma de acceder a ella. Cuando una persona que nos parece seria nos refiere a una página en particular, es natural que confiemos en lo que allí encontramos. Algo parecido puede ocurrir con los distintos buscadores. Esto tiene su fundamento en el modo en que cada uno de ellos trabaja. Los motores de búsqueda generan automáticamente, en forma periódica, índices de toda la información almacenada en internet. A partir de estos índices realizan las búsquedas pedidas, por eso son tan rápidos. Pero deben ordenar la información que devuelven según algún criterio. Esto es muy importante, porque habitualmente solo se examinan los primeros resultados, y los restantes son casi inexistentes. Uno de estos criterios suele ser mostrar primero las páginas más visitadas o que tienen mayor número de links desde otros sitios. Así se prioriza la información más tenida en cuenta por la comunidad que navega en internet, pero esto no implica necesariamente que esas páginas sean las más confiables. Si estamos registrados (con usuario y contraseña) en el navegador que empleamos, además, estos criterios pueden estar sesgados por nuestras búsquedas anteriores, lo notamos cuando algunas páginas incluyen publicidades específicas. Podemos evitar el uso de esta información en la búsqueda si configuramos el navegador en modo "incógnito" (ver tutorial para Chrome/tutorial para Mozilla Firefox)

Una alternativa que admiten ciertos buscadores es el empleo de parámetros o filtros. En general, estas opciones figuran en el navegador como "búsqueda avanzada". En Google por ejemplo, si repetimos nuestra búsqueda anterior con el parámetro "inurl:edu.ar", la estamos restringiendo a páginas que contengan en su dirección el texto "edu.ar", con lo cual nos dirigirá únicamente a páginas web argentinas con propósitos educativos. Los resultados se reducen drásticamente (148.000, en julio de 2014).



Captura de pantalla al buscar la expresión "definición de vida inurl:edu.ar " en Google

Aunque así disminuye el número de resultados, el buscador indexará en lugar destacado algunas páginas que no dan una definición biológica de *vida*, sino que incluyen esta palabra en alguna otra frase (definición de *costo de vida*, por ejemplo). Esto se debe al criterio que mencionamos más arriba: se privilegiaron las páginas más referenciadas sobre el hecho de que las palabras clave se encuentren en una misma frase. Sin embargo, la tercera entrada a que nos refiere Google trata nuestro tema de interés, tal como queríamos. Es una página elaborada por docentes de la Universidad Nacional del Nordeste, en la cual figura la sección "quiénes somos", con referencias a los profesores, sus trayectorias académicas y su lugar de trabajo actual. Estos datos acerca de los autores aumentan en grado sumo nuestra credibilidad.

Veamos entonces la definición de *vida* que se propone aquí:

> La vida es parte integral del universo. Como tal, buscar definiciones de la vida como fenómeno diferenciado es tan difícil (algunos dirían que inútil) como la búsqueda de la localización del alma humana. No hay una respuesta simple a la cuestión de "¿qué es la vida?" que no incluya algún límite arbitrario. Sin ese límite, o nada está vivo, o todo lo está.

Aunque podemos consideremos la última oración polémica o poco clara, o al borde de un relativismo extremo, quien escribe esto lo hace señalando que se trata de una definición problemática. Esto lleva al lector a cuestionarse el propio intento de definir "vida", y en fin, no oculta la complejidad de la tarea. La diferencia con aquella definición de Google es notoria.

Hemos destacado la **utilidad del dominio de una página** (.edu, .com, .gob, etc.), **el hecho de que se sepa quiénes son sus autores** y sus lugares de trabajo o trayectoria. Otro elemento que para juzgar la credibilidad de una página son las **citas o referencias que se incluyen en el texto**. Si el lector que está haciendo su búsqueda en la web maneja relativamente bien el tema, la ausencia de referencias "obligadas" puede llevarlo a pensar que el autor de la página visitada las desconoce, lo cual le resta credibilidad. Pero aun si se tratase de un tema que no se conoce mucho, luego de buscar en cierto número de páginas se puede establecer una base de las fuentes más citadas por los que escriben sobre el tema, ya como una referencia positiva o bien para debatir con alguno de los puntos allí sostenidos. Cuando, luego de un recorrido por la bibliografía, las citas comienzan a repetirse y los autores remiten más o menos circularmente al mismo grupo de referencias, es probable que hayamos obtenido un panorama acabado de lo que se ha escrito sobre nuestro tema de interés.

Hasta aquí nos hemos referido a páginas de internet, pero mucha información que uno puede encontrar en internet no proviene de páginas web, sino de **archivos de distinto tipo** que se encuentran alojados en bases de datos y están indexados en ellas. Otra fuente de información confiable son **las distintas comunidades específicas**, como grupos de Facebook[6] o redes de distinto tipo que nuclean, por ejemplo, a educadores en ciencias naturales.

Existen **buscadores específicos** que no rastrean en toda la web, sino únicamente, por ejemplo, en bases de datos de libros, artículos científicos, o bases de información propia, como estructuras moleculares. A continuación ofrecemos una lista de algunos de ellos:

Recurso	Tipo de resultados que devuelve.
Google Académico	Artículos publicados en revistas científicas.
Science Direct	Artículos científicos.
Qutenberg	Libros, útil para encontrar obras originales.
Libros de Google	Libros, muchos en vista parcial.
Ixquik	Metabuscador. Búsquedas en general, permite búsquedas avanzadas.
Chemspider	Base de datos libre de química, propiedad de la Royal Society of Chemistry.
Webbook.nist	Base de datos química.
Buscopio.net	Lista de sitios referidos a distintas disciplinas: Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra.
Biblioteca electrónica del Ministerio de Ciencia y Técnica	Metabuscador de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología
Biblioteca Universidad de Alicante	Buscadores de información científica y académica en internet.
Wolframalpha	Base de datos con información de diversas disciplinas.

[6] Pueden acceder al grupo de Ciencias Naturales 1 a 1 en el siguiente link

Los **metabuscadores**, a su vez, son motores que integran, en una única interfaz, las búsquedas realizadas en paralelo en diferentes buscadores. El uso de un buscador determinado puede constituir, por sí mismo, un método que otorgue credibilidad a lo que se encuentra, por trabajar con fuentes que suelen ser chequeadas más prolijamente (como los libros) o por tratarse de artículos académicos.



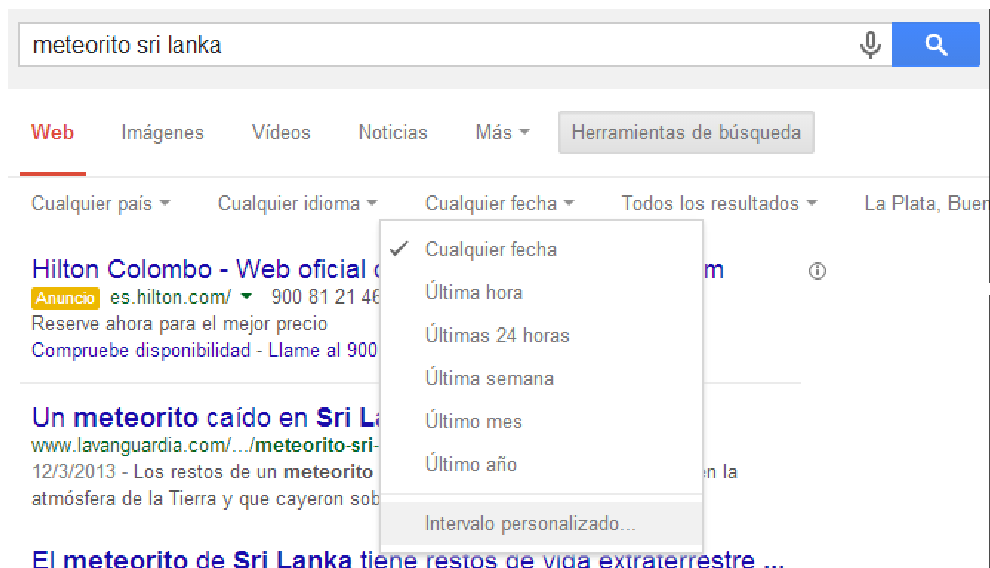
Captura de pantalla del metabuscador de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT.

EVALUANDO LA CREDIBILIDAD EN UN CASO CONCRETO: ¿HALLAZGOS DE VIDA EXTRATERRESTRE?

Les proponemos ahora recorrer el camino que hemos descripto analizando otro ejemplo relacionado con la definición de *vida*, pero esta vez, con el origen de la vida.

A comienzos de 2013, se conoció una noticia sobre el hallazgo de supuestos fósiles en un meteorito caído unos pocos días antes en Sri Lanka. La noticia apareció en distintos medios, y la levantaron algunos programas de radio. Hagamos el ejercicio de analizar los resultados que hubiera encontrado alguien interesado en información al respecto.

Introducimos en Google la expresión: *meteorito Sri Lanka*. Para excluir los resultados más recientes, podemos emular esta búsqueda filtrando los resultados para quedarnos con aquellos que estaban disponibles antes de febrero de 2013. En Google, una vez realizada la búsqueda, seleccionamos *Herramientas de búsqueda / Cualquier fecha / Personalizar*.

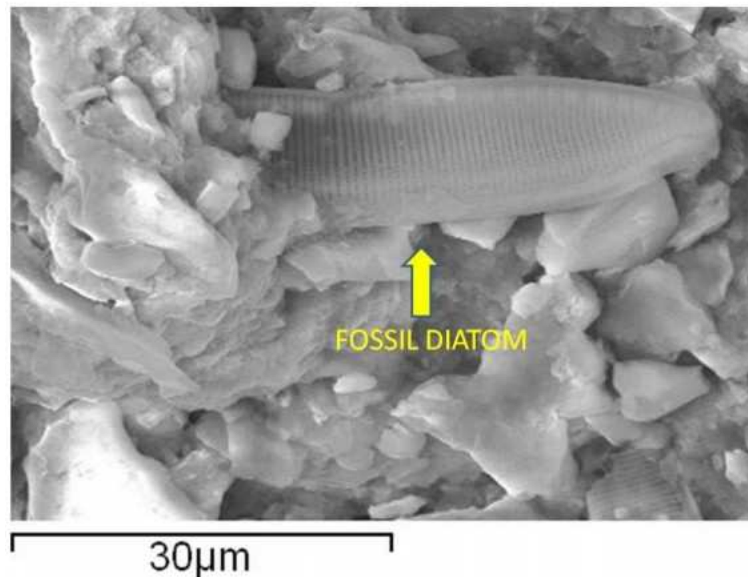


Captura de pantalla al buscar la expresión "meteorito Sri Lanka " en Google y filtrar la fecha

Elección de un rango de fechas para los resultados

A los efectos de este trabajo, restringimos además la búsqueda a los resultados en español, y utilizamos el navegador en modo incógnito. Esta búsqueda en Google nos devuelve varios resultados que no parecen ser absolutamente confiables, si los analizamos los criterios antes mencionados. Para comenzar, la mayoría de las referencias que aparecen entre los primeros resultados son de blogs personales (blogspot o wordpress) o foros de opinión.

Los títulos de estas páginas no son muy auspiciosos tampoco: "disiciencia.wordpress.com", "enigmamisterio.blogspot.com", "globedia.com", "espacioprofundo.net", "elchino.pe" y "obrerofuturista.blogspot.com". En la mayoría, encontramos un breve relato de la investigación y las mismas fotografías de microscopía electrónica de barrido.



Una de las fotografías que aparece en la mayoría de los resultados arrojados por Google.

Para mayor confusión, en algunas ocasiones aparece como responsable de la investigación un tal Phil Phait y en otras, un astrónomo que dice que "el análisis químico no demuestra que se trate un meteorito, puede ser una roca terrestre".

Entre los principales resultados de nuestra búsqueda, encontramos también un debate entre los lectores de la conocida página "Taringa", respecto de la veracidad de la noticia. Los lectores del *post* reclaman fuentes más verosímiles, que otros internautas aportan, pero la conclusión última –que ya nadie refuta– parece ser: "noticia fraudulenta, le dicen en mi barrio".

Las fotos nos provocaron cierta inquietud… ¿Alguien se habrá tomado el trabajo de incluir fotos de alguna otra publicación? Porque parecen realmente microscopías de barrido. ¿Habrá surgido esta noticia de un trabajo científico, o no? Una búsqueda en Google académico no arroja ningún resultado útil. Esto nos lleva a pensar que, o bien el artículo se publicó en una revista que no figura en las bases de datos de este buscador, o no se trataría realmente de un trabajo científico.

Por suerte, además de las fotos, varias de las páginas citan la fuente, aunque sin el link a la publicación original, link que finalmente encontramos en dos de ellas, las cuales se ganaron algo más de nuestra credibilidad al citar el estudio de origen. Llegamos así a un artículo en la revista "Journal of Cosmology" de enero de 2013, que está en inglés, Al parecer, se trata efectivamente de un artículo científico.

Seguimos una de estas páginas, cuyos autores han sido más rigurosos que otros y encontramos que no solamente figura una reseña del artículo original; sino que aparece, además, una reproducción del debate al que este tema dio lugar entre los científicos. El autor del estudio, Samaranayake, es juzgado de apresurado y tendencioso por otros colegas, que lo acusan de haber sesgado la evidencia en casos anteriores para fundamentar la teoría del origen extraterrestre de la vida. Las objeciones no pasan tanto por la metodología sino, más bien, por la interpretación de sus resultados. Le critican, además, el tiempo récord en que realizó su trabajo: dos semanas después de haberse encontrado la roca, habían determinado que era un asteroide, analizado los fósiles y publicado el artículo.

No es nuestra idea emitir un juicio sobre este caso en particular, pero nos pareció interesante por varios motivos. En primer lugar, como se trata de una temática de gran impacto mediático, la publicación original fue replicada parcialmente por gran número de páginas sostenidas por "fanas" de la vida extraterrestre, no necesariamente ligados al mundo científico, que reprodujeron fotografías de la investigación. Fue tal la magnificación del hecho en estas páginas "secundarias", que los buscadores como Google dieron más importancia a estas referencias que a la fuente originaria, que nos costó encontrar.

Por último, el caso demuestra que la proveniencia de una información del ambiente científico no garantiza de manera absoluta que lo esta sea definitivamente cierta. Las publicaciones científicas son la forma académica de publicar los resultados de investigaciones, pero el conocimiento científico, para ser sólido, debe resistir el paso del tiempo y la aparición de nuevas evidencias. Lo que se publica en revistas especializadas es parcialmente provisorio, porque el conocimiento está en permanente revisión. Claro que la ciencia tiene también sus falsificadores profesionales, [7] aunque esto no significa una acusación contra el bueno de Samaranayake. También es cierto que, cuando un nuevo hallazgo intenta romper con lo aceptado, aparecen resistencias. El tiempo dirá.

OPINIONES Y JUICIOS DE VALOR

Hemos analizado hasta aquí la cuestión de cuándo, y o en qué medida, podemos depositar nuestra confianza en los contenidos que encontramos en internet. Esto sería suficiente si la información que habitualmente manejamos fuese simplemente "verdadera" o "falsa". Como todos sabemos, el hecho es más complicado, porque no todos vemos la realidad de la misma forma. **En la interpretación de hechos o evidencias, entran en juego las posturas de cada uno, que constituyen factores de índole social, política o ética que podemos llamar "no epistemológicos"**. En los últimos años, en nuestro país, tras el debate acerca de la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual (Ley 26.522), su sanción y cumplimiento parcial, esta afirmación puede parecer algo obvio. Sin duda, hemos ganado un entrenamiento en lectura crítica, al menos de los diarios y los programas de televisión. **Tener en cuenta estos factores es muy importante**, sobre todo, cuando se analizan cuestiones de impacto social que tienen, a su vez, componentes científicos, como el cuidado del medio ambiente, la explotación de recursos naturales, la contaminación, la producción de medicamentos y vacunas, etcétera. Es importante aclarar que el sesgo de la visión de una persona no tiene porqué llevarla a divulgar datos falsos o mentir; lo mismo se aplica cuando se trata de un grupo.

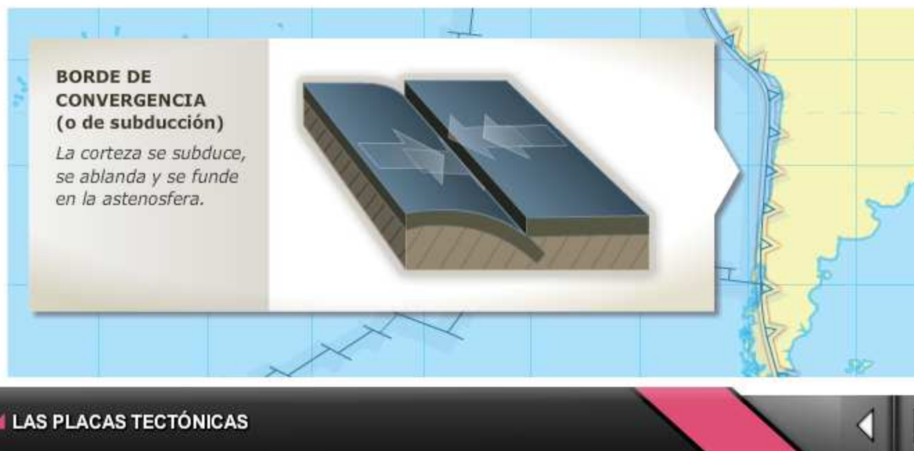
[7] Una buena compilación de casos interesantes puede encontrarse en el libro de Matías Alinovi *Historia universal de la infamia científica (imposturas y estafas en nombre de la ciencia)*, publicado por Siglo XXI editores, en su Colección ciencia que ladra (Buenos Aires, 2009). El paleontólogo evolucionista y divulgador de la ciencia Stephen Jay Gould, también le ha dedicado al tema varios de sus ensayos.

Pero hacer hincapié en algunos hechos y no, en otros, o analizar una situación desde un recorte determinado de la realidad que priorice algunos debates y posponga otros más incómodos, puede llevar a conclusiones bastante diferentes sobre una problemática.

En este sentido, Burbules y Callister plantean una serie de preguntas que podemos hacernos cuando pretendemos hacer una lectura crítica que interprete los intereses de quien se expresa: *¿por qué dice lo que dice? ¿Qué posturas se afirman y cuáles se debilitan con estos argumentos? ¿A favor de quién y en contra de quién lo dice?* Para respondernos a estas preguntas, como antes, vemos que es necesario tener ciertos conocimientos específicos del campo a que se refiere la información. Los autores mencionados destacan que quien maneja el contexto de una noticia o declaración está, en general, habilitado para plantearse este tipo de preguntas.

Los casos más claros son aquellos en los que existen marcados conflictos de intereses, como cuando se analiza la opinión de una empresa sobre la contaminación provocada por su propia actividad, o cuando un laboratorio pretende desligarse de las muertes ocurridas durante un estudio clínico de una nueva droga. Lo mismo podría extenderse a los científicos que trabajan en esas empresas.

Nos hemos referido ya al uso de imágenes y videos en este mismo eBook, y establecimos que conforman un lenguaje visual. De modo que estaremos de acuerdo en aplicar las mismas preguntas que mencionamos unos párrafos más arriba también a estos recursos. Podemos dividir los materiales procedentes de la red en filmaciones o fotografías de procesos naturales por un lado; y “dibujos” o animaciones, por otro. En este último caso es sin dudas cuando existe una mayor carga de interpretación por parte del autor. Como ejemplo, veamos una infografía titulada “Las placas tectónicas”, de la cual reproducimos a continuación una imagen que ilustra la subducción de una placa oceánica por debajo de la placa continental. Como podemos ver, se ha quitado todo detalle (composición y relieve de las placas, el agua, etc.) para poner el foco en la forma que estas placas adoptan, mostrando claramente que la placa oceánica, más fría, es la que se deforma y desplaza por debajo de la placa continental. Este esquema, por supuesto, condice perfectamente con la teoría tectónica de placas.



Captura de pantalla de la infografía "Las placas tectónicas", disponible en el sitio educ.ar

Las fotografías o filmaciones, que se han registrado directamente o con la ayuda de algún instrumento (como un microscopio óptico o electrónico, o un ecógrafo), son imágenes, en principio, libres de interpretación. Podría parecer entonces que, en este caso, no tienen lugar preguntas como: *¿a quién favorece lo que veo en este video?* Sin embargo, es importante notar que, en muchas ocasiones, la elección misma del recurso nos está marcando una postura. En su libro *Trayectorias de Vida*[8],

Steven Rose ejemplifica este punto claramente. En el ejemplo de Rose, científicos que se encuentran observando el mismo hecho, el salto de una rana, explican lo que ha ocurrido de distintas formas. Un etólogo, analizando el comportamiento animal, afirma que ha saltado porque ha visto una víbora. Un fisiólogo, en cambio, explica que el motivo fue la contracción de algunos de sus músculos; en tanto un biólogo molecular dice que el salto, en realidad, fue provocado por la interacción entre las proteínas actina y miosina. De la misma manera, los recursos que utilicemos pueden priorizar una u otra explicación, que refieren en última instancia a distintos niveles de organización. Es nuestra tarea seleccionar aquellos que se adapten mejor a nuestros propósitos y, en todo caso, explicitar estas decisiones ante nuestros estudiantes.

[8] Rose, Steven (2001): *Trayectorias de Vida*. Madrid, Granica.

ENSEÑAR LA LECTURA CRÍTICA

Lograr **la capacidad de leer críticamente en internet presupone un esfuerzo importante**, en tanto implica romper con prácticas estereotipadas y lineales –como pedirles a los estudiantes que investiguen qué es una célula, cuáles son los constituyentes de una proteína, cómo se determina la velocidad o quién fue Pitágoras– y emplear estrategias que inspiren la reflexión, la anticipación de supuestos, el análisis de resultados, la confrontación de ideas, la elaboración de conclusiones.

Debemos tener en cuenta que **lo que llamamos "información" no es un conjunto de hechos objetivos sujetos a nuestra interpretación,** sino que ya estos han sido elaborados antes por alguien, que los interpretó. Los propósitos de las publicaciones que aparecen en la web, además, no tienen por qué corresponderse con nuestras inquietudes educativas; aun en el caso de que lo hicieran, podrían encontrarse inscriptas en corrientes didácticas distintas de las adoptadas por cada uno de nosotros.

La mayor parte de los contenidos que encontrarán nuestros estudiantes pretende dar visiones elaboradas, al modo de "productos finales". En este sentido, **son muy diferentes de los contenidos de los libros de texto, que han pasado por una selección que pretende hacerlos adecuados a sus destinatarios,** en función de los contenidos que se suponen aprendidos previamente. Lo mismo ocurre con la secuenciación de esos temas, que estará ausente en internet, a excepción de algunos sitios con propósitos educativos.

El hecho de que los contenidos que internet provee no sean "educativos" puede plantear aspectos conflictivos, pero a la vez nos propone un desafío. Hemos mencionado ya que **poseer un contexto de la problemática que se analice es una condición necesaria para una lectura crítica**. La web, con sus enormes cantidades de información, en muchos casos sin jerarquizar, no es el mejor ámbito para adquirirlo. Este es uno de los puntos en donde la guía docente es crucial.

Porque en esta etapa del acceso a la tecnología el rol docente pasa mucho menos por proveer información, sino más bien por brindar las herramientas para hacer uso de esa información, para analizarla críticamente.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

Nota acerca del uso de tecnología en la experimentación

Tradicionalmente, el contacto directo de los estudiantes de la escuela secundaria con los trabajos prácticos se ha visto reducido a unas pocas actividades, en las cuales los estudiantes o sus profesores no experimentan realmente, sino que demuestran la validez de los contenidos que se les entregaron previamente en el aula, o realizan acciones meramente descriptivas de procesos u objetos (plantas, animales).

En contraste con esta metodología de enseñanza, el punto de vista indagatorio, el *hacer* ciencia en las escuelas, propone que los estudiantes sean los constructores de su propio conocimiento guiados por docentes que les acerquen y los guíen en prácticas adecuadas para desarrollar las competencias y habilidades necesarias resultar un ciudadano científicamente alfabetizado.

En este sentido, una buena práctica escolar debería incluir la realización de experimentos, diseñados para responder a preguntas que puedan ser investigables por los estudiantes, de las cuales no conozcan la respuesta. Este trabajo requiere que los estudiantes se involucren tanto en la formulación de las preguntas como en el diseño y la posterior realización de los experimentos, la discusión acerca de los resultados y la deducción de conclusiones que a partir de ellos se puedan obtener.

Un factor inherente al diseño de los experimentos es el relacionado con las mediciones. **Para medir, se necesita resolver cuestiones fundamentales del trabajo experimental**: qué medición me ayudará a responder mi pregunta, cómo hacerlo, con qué instrumento, etc.

Para realizar mediciones en el ámbito escolar, se ha desarrollado tecnología basada en los equipos que se utilizan en los laboratorios científicos, pero adaptándolos para su uso en la escuela. **Muchos de esos desarrollos tecnológicos educativos están relacionados con sensores o equipos electrónicos colectores de datos**.

USO DE SENSORES

Los sensores son instrumentos electrónicos de medición que se conectan directamente a las netbooks. Permiten a los estudiantes realizar experimentos y medir parámetros en fenómenos reales, tomando una gran cantidad de datos con una precisión que no es posible con los instrumentos comunes (termómetros de mercurio o alcohol, papel pH, metros, etc.).

El enlace de los sensores con computadoras permite la transferencia de los datos medidos para su organización y análisis, concentrándose en el objeto o fenómeno físico que se está investigando sin distraerse con la mecánica de los instrumentos de medición y los cálculos. Por ejemplo, si se está estudiando la aceleración que alcanza un carro al caer por una rampa, el tener cientos de datos lleva a observaciones mucho más precisas que las que se pueden obtener con las pocas mediciones tomadas con un cronómetro, una regla y un operador humano.

Existen numerosos estudios (Tortosa, 2012) que indican que **el uso de sensores enlazado a computadoras**, si se da en ambientes de aprendizaje adecuados, **conlleva ventajas en el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior**. Esto está relacionado con la facilidad que otorgan estos equipos para llevar adelante mediciones de manera rápida y precisa, testear distintas predicciones en tiempos razonables y hacer análisis de los datos de manera fácil y organizada. Por otro lado, **la simpleza de su uso permite reducir el tiempo de ensayo** y, por lo tanto, dedicarlo a otras actividades, como analizar esos datos con mayor profundidad, hacer más experimentos, etcétera.

Los sensores vienen acompañados de software que permite presentar los datos en tablas o gráficos, con lo cual el análisis no sólo es más rápido sino también más profundo, ya que es posible observar la evolución de determinados procesos en tiempo real.

La ventaja de la introducción de sensores, con el cambio de contexto que provocan, la diversidad de temas que abren y las competencias que se deben adquirir en el aula, es que permite a los profesores, o más aún, los invita, a adoptar nuevas visiones y formas de enseñar. **Estos equipos electrónicos, acompañados de una metodología didáctica novedosa, pueden facilitar el abordaje de la enseñanza de la ciencia desde un nuevo punto de vista**.

Corresponde aclarar que la propuesta no consiste en suplir, sino en complementar los equipos habituales de medición. El funcionamiento de algunos equipos convencionales de medida no electrónicos revela mucho sobre el comportamiento de la materia (por ejemplo, el comportamiento de la materia con la temperatura). Pero **el uso en conjunto de equipos de laboratorio con sensores especialmente pensados para la enseñanza de la ciencia tiene un enorme potencial de mejora en lo educativo**.

β Aqu*í accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

Uso de imágenes y vídeos

El proceso de construcción del conocimiento científico requiere cierto dominio del lenguaje por parte del aprendiz. Gran parte del aprendizaje relacionado con las Ciencias Naturales implica la incorporación del vocabulario apropiado y de los códigos necesarios para la estructuración del pensamiento y de su comunicación (Soussan, 2003).

LENGUAJE ICÓNICO

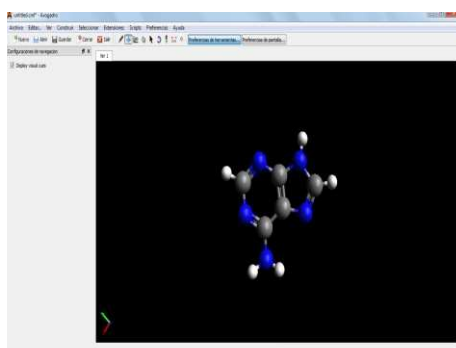
Galagovsky (Galagovsky, 2004) distingue diferentes lenguajes en los que se pueden expresar los conocimientos:

Lenguaje visual: es uno de los medios perceptivos por el cual recibimos las señales provenientes de hechos macroscópicos, sin interpretación simbólica alguna. (Ejemplo: una fotografía).



Fotografía de hongo Agaricus silvaticus.
Autor: H. Krisp.

Lenguaje gráfico: describe dinámicamente un contenido simbólico. (Ejemplo: representación gráfica de la estructura del ADN).



Representación gráfica de la molécula de adenina con el programa Avogadro.

Lenguaje formal: utiliza fórmulas matemáticas o químicas. (Ejemplo: una ecuación).

$$E=mc2$$

Lenguaje verbal: se expresa mediante la palabra oral o escrita (Ejemplo: descripción de un fenómeno natural).

Fenómeno natural. Es toda manifestación perteneciente o relativa a la naturaleza, que se hace presente a la consciencia de un sujeto y aparece como objeto de su percepción.

Estos últimos tres tipos de lenguajes, dado que requieren cierto tipo de interpretación, se encuentran ubicados dentro del **lenguaje simbólico**.

En particular en este apartado nos vamos a referir, dentro del lenguaje gráfico, al **lenguaje icónico**, es decir, aquel tipo de lenguaje **que representa la realidad a través de las imágenes.** Referirse al lenguaje icónico nos remonta a las primeras manifestaciones del lenguaje humano, que en su comienzo fue exclusivamente pictográfico. Sin embargo, el estudio de la imagen como forma de representación de ideas ha quedado circunscripto a disciplinas artísticas, como las artes visuales, o técnicas, como el dibujo técnico o la geometría descriptiva. **No se ha generalizado en el ámbito educativo una educación para el análisis de la imagen**, que haga inteligible –y, en consecuencia, utilizable– los códigos visuales.

Según Perales (2006), a pesar de que **en la enseñanza de las Ciencias Naturales** las representaciones gráficas se han utilizado para diversos propósitos, **ha prevalecido el componente verbal** (escrito u oral), formado por conceptos, las relaciones entre ellos y sus representaciones (símbolos y lenguaje lógico-matemático). **Pero esta situación está cambiando** debido a que los medios de transmisión del conocimiento ya no son exclusivamente los libros y las revistas especializadas, sino que los medios audiovisuales, como la televisión e Internet, han ganado espacio sustancialmente. La escuela y la enseñanza de las Ciencias no pueden quedar al margen de este corrimiento, ya que, **en una cultura tecnológica donde la imagen impera, es necesario capitalizar las posibilidades didácticas que esta ofrece**.

LAS IMÁGENES EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES

Torres Vallecillo (2007) define la *imagen* como "una producción material humana concreta, objetiva y subjetiva, basada en datos sensoriales, que se realiza para conocer y producir conocimiento, comunicar y producir comunicación, crear y recrear el mundo exterior en el mundo interior del hombre (y viceversa)". La interpretación de las imágenes es *idiosincrásica* porque el observador dota de significados a la imagen; él es un sujeto activo, que procesa la información que le llega a partir de una imagen (Marturano, 2009).

La imagen no sólo es una poderosa herramienta comunicacional, también debe ser leída como instrumento y signo mediador, a partir del cual el individuo construye la realidad cultural para modificar su mundo y a él mismo (Vigotsky, cit. Por Wertsch, 1998, p 23).

En el proceso didáctico, existen diferentes sistemas de representación que tienen posibilidades comunicativas. Las NTIC generan nuevas formas de alfabetización donde se complementan la lectura y la escritura con otros sistemas de representación, tales como la imagen y lo audiovisual.

Dentro de las imágenes, distinguimos la *fija*, que congela la realidad en el espacio y en el tiempo y la *dinámica,* que representa objetos o seres vivos en movimiento.

Miguel Ángel Santos (1984) define cinco funciones de la imagen: informativa, recreativa, sugestiva, creativa y educativa. Con respecto a su función educativa, Menegazzo (en Santos Guerra, 1984) señala que la imagen está estrechamente vinculada al proceso de enseñanza y aprendizaje porque permite:

- traducir símbolos verbales en visuales,
- transmitir sentimientos y actitudes,
- estudiar momentos de un proceso,
- recoger datos de segundo orden, que no se aprecian a primera vista,
- simplificar realidades complejas,
- estudiar el pasado,
- establecer comparaciones,
- hacer visible lo alejado e invisible.

Tradicionalmente las imágenes se asociaban casi exclusivamente a los libros de texto; existe una extensa bibliografía que trata sobre el uso de las imágenes y los criterios para determinar su validez didáctica. Sin embargo, **con la irrupción de las *netbooks* en las aulas, en el contexto de la sociedad en red, surgen otros modos de entender y producir saberes, en los que la percepción adquiere un papel decisivo**. Las posibilidades de las imágenes cobran una nueva dimensión, ya que estas no están subordinadas a ilustrar un texto, tal como menciona Pinto (2002), sino que deben transformarse en instrumentos capaces de transmitir los conceptos esenciales de una idea. **La comunicación en formato icónico adquiere un peso mayor que el lenguaje verbal.** Además, las imágenes han desarrollado nuevos formatos, como dibujos, esquemas, fotografías e infografías.

Las posibilidades brindadas por los celulares de descargar imágenes, y también de subirlas a la Web hacen que el intercambio de las mismas sea moneda corriente, así como su producción y edición. Tal como afirman Carney y Levin, nuestros jóvenes pueden ser denominados actualmente "ciberestudiantes" en lugar de "libroestudiantes" (Carney y Levin, 2002). Por este motivo **el uso de la imagen, estática o en movimiento, en el ámbito educativo debe ser tenido en cuenta con toda su potencialidad**.

Según la teoría de la codificación dual de Paivio, el procesamiento verbal y el procesamiento no verbal tienen el mismo peso. **El sistema cognitivo humano tiene la particularidad de poder procesar en forma simultánea el lenguaje y los objetos**. Los dos sistemas cognitivos de representación se solapan y complementan en el procesamiento de la información, uno da cuenta del texto y otro, de las imágenes. La representación de las ideas en ambos sistemas es superior a la representación en uno solo de ellos, de ahí la importancia del uso de la imagen. Para este autor, la memoria de la imagen es superior, porque cada vez que vemos una imagen también la representamos verbalmente; en tanto no siempre que vemos una palabra formamos una imagen mental de lo que esta designa o representa.

Las imágenes usadas con intencionalidad didáctica requieren de pautas de observación que ayuden a los alumnos en su seguimiento, como ser flechas, destacados, pautas de contraste y comparación, resaltados, etc. Para este tipo de intervenciones sobre la imagen, las herramientas digitales son sumamente útiles, ya que es posible utilizarlas infinidad de veces para observar distintas cuestiones o realizar otras actividades.

BÚSQUEDA DE IMÁGENES EN LA WEB Y SU EDICIÓN

Navegar en la web para seleccionar imágenes aliviana los tiempos que demanda la producción de los materiales para la enseñanza y resuelve la falta de capacidad técnica para crear las propias.

Las imágenes que se incluyen en los libros impresos, tales como ilustraciones y fotografías, poseen derechos de autor y por lo tanto, si queremos incluirlas en nuestros materiales didácticos, -es decir, que no están destinados a un uso comercial- debemos mencionar la fuente. En cambio, **gran cantidad de las imágenes que se encuentran disponibles en internet son de uso libre** y podemos utilizarlas si incluimos el enlace a la página de donde ha sido seleccionada.

Muchos buscadores, como por ejemplo Google, ofrecen **el recurso "Búsqueda de imágenes",** que **simplifica esta tarea de manera satisfactoria**. No obstante, debemos tener en cuenta que las referencias que identifican las imágenes han sido establecidas por quienes las subieron a la web, y en muchos casos no están en castellano. Por este motivo, es importante diversificar el uso de buscadores e incluir en la búsqueda sinónimos o palabras relacionadas a fin de ampliar las posibilidades de encontrar la imagen que mejor se adapte a nuestra búsqueda.

Al crear documentos digitales que serán subidos a la web o compartidos por email debemos tener en cuenta el "peso" de los mismos (expresado en kilobytes: KB, megabytes MB o gigabytes: GB). Cuanto más pesado es un documento, más dificultosa será su transmisión. En este sentido, **las imágenes aumentan de manera considerable el peso de un archivo**, tanto que imposibilitan, en muchos casos, la transmisión de un material. El peso de la imagen está dado por su tamaño, que depende a su vez de la resolución. A mayores tamaño y resolución, mayor peso, pero también, mayor calidad.

Las imágenes suelen tener extensiones del tipo .jpg o .gif El formato jpg comprime la imagen y soporta hasta 16 millones de colores, por lo que la calidad y el peso resultan elevados. El gif es un formato gráfico que no comprime la información y que tiene una paleta de colores reducida a 256, de modo que los archivos en esta extensión son de menor calidad, pero más livianos. En consecuencia, **resulta conveniente utilizar la extensión .jpg en documentos destinados a la impresión en papel, y .gif en documentos que van a presentarse digitalmente.**

Muchas veces necesitamos reducir el peso de alguna imagen que localizamos en la web para poder utilizarla. Para esto, precisamos editarla con un programa específico, antes de insertarla en el documento de destino. Algunos **programas de edición de imágenes** deben estar instalados en nuestro equipo, como Paint, Photoshop o Corel Draw[9].; en tanto otros pueden utilizarse en línea: (Photoshop Express, Pixrl, etcétera. Si solo necesitamos realizar ocasionalmente pequeñas modificaciones, la opción más simple es Paint.

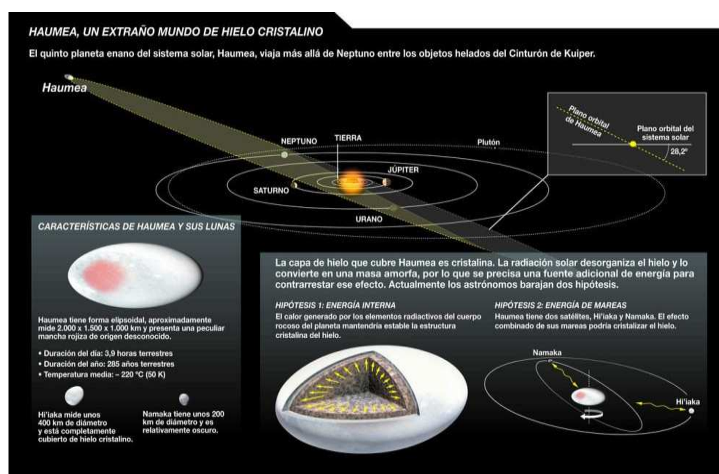
En otras ocasiones, precisamos modificar en mayor medida la imagen elegida: utilizar sólo un recorte, borrarle alguna inscripción, incorporarle alguna referencia… También para ello utilizaremos los editores de imágenes mencionados, así como las herramientas complementarias de Microsoft Word o Power Point, entre otras.

[9] Cabe destacar que algunos de estos programas no son de libre acceso.

INFOGRAFÍAS: BÚSQUEDA, USO Y CONSTRUCCIÓN

La infografía permite realizar una representación gráfica de datos, elementos y textos que comunican de forma sencilla ideas o conceptos. Transmite hechos, procesos, noticias, acontecimientos o datos de forma amena, sintética y visual. Estas características **facilitan la comprensión de la información y estimulan el interés de los estudiantes.** Si bien las infografías existen desde que el hombre comenzó a utilizar las imágenes para comunicarse, ahora las TIC nos permiten construirlas de manera mucho más sencilla, poniéndolas al alcance de cualquier usuario mínimamente alfabetizado tecnológicamente.

Las infografías no solo facilitan la comprensión de los contenidos, sino que son vehículo de expresión y creatividad. Se pueden utilizar tanto para la construcción de un concepto, como para repasar un tema o como ampliación de algo ya trabajado, constituyendo la construcción de una infografía una interesante actividad evaluativa. Por sus características, pueden actuar como motivadoras para que aquellos estudiantes que no tienen demasiada afinidad con las Ciencias Naturales porque las ven como un árido objeto de estudio puedan acercarse desde su faceta más creativa y descubrir la belleza intrínseca en las disciplinas de esta área del conocimiento.



Infografía del planeta enano Haumea.
Autor: José Antonio Peñas/SINC.

Para crear una infografía es necesario llevar a cabo distintos pasos: definir el tema, recolectar información –tanto en forma de texto como de imágenes: tablas, gráficos– y fundamentalmente se debe tener en claro qué se quiere comunicar. Como vemos, para producirla se ponen en juego muchas capacidades cognitivas que son sumamente valoradas en un proceso de enseñanza aprendizaje.

Por estas razones, **no sólo es útil y enriquecedor que los docentes utilice infografías sino también que se les proponga a los estudiantes su creación**. Es una tarea sumamente integradora, que implica capacidad de análisis y de síntesis, a fin de tomar todas las decisiones necesarias para su correcta resolución.



Algunas herramientas para la creación de infografías son:

Easel.ly: permite generar una infografía en forma libre. Se puede descargar gratuitamente**.**

Glogster: posibilita la construcción de posters utilizando textos, vídeos, imágenes, música y elementos decorativos. También permite imprimir el mural. Se puede probar una versión gratuita por 30 días descargándolo de la página

PosteRazor: permite crear pósters a partir de fotografías. Es gratuito y se puede descargar.

Existen en Internet numerosos sitios donde se pueden descargar herramientas para la creación de infografías y también muchos otros donde se pueden utilizar, on line y off line, infografías ya construidas, de los más diversos temas.

- En estos links se pueden encontrar listados y descripciones de herramientas gratuitas para crear infografías:

http://www.ipixelestudio.com/

http://www.marketingdirecto.com/

LA INTEGRACIÓN DE VÍDEOS EN LAS PRÁCTICAS DE LAS CIENCIAS NATURALES

En acuerdo con Bravo (1992), consideramos el *vídeo* como un sistema de captación y reproducción instantánea de la imagen en movimiento y del sonido por procedimientos electrónicos.

Para Joan Ferrés i Pratts, el uso del vídeo en la enseñanza está *infrautilizado* o mal utilizado, en muchos casos, por una formación parcial del profesorado, que focaliza en la dimensión tecnológica y descuida la formación audiovisual.

La eficacia del recurso se potencia diversificando su uso, por eso, proponemos ejemplos de posibilidades didácticas.

Un vídeo es útil para transmitir información que precisa ser oída o visualizada. Puede ser un refuerzo de una explicación del docente, o también un medio de evaluación si, por ejemplo, se suprime la banda sonora y se pide a los estudiantes que resuelvan algo que se desarrolla por medio de imágenes. Siempre hay que realizar previamente un análisis exhaustivo del material para detectar tanto posibles errores como cuestiones interesantes para resaltar.

- *Ej.;* Vídeo "célula":

También puede proyectarse un vídeo que cuestione o genere curiosidad para realizar un **trabajo posterior** o proponer un debate. Esta actividad es ideal para que los estudiantes adopten un papel activo.

- "Bolitas invisibles"

Asimismo, trabajar con imágenes en movimiento permite detenerse en un fotograma en el que haya alguna cuestión de particular interés. También los estudiantes pueden emplearlas para enriquecer una exposición oral. La potencialidad de este recurso depende claramente de la propuesta didáctica en la que esté inserto.

- "Explosión controlada"

Filmar un fenómeno de difícil ejecución en vivo, como una explosión, es un recurso muy útil. Este tipo de vídeos permite medir más variables que si realizáramos nuestra experimentación en el momento. La posibilidad que da el vídeo de detener su exhibición en un fotograma determinado, e incluso de obtener una instantánea de ese momento de la actividad experimental para intervenirla, es invaluable en el momento de estudiar un fenómeno.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

Trabajo colaborativo

Las herramientas tecnológicas de las cuales disponemos los docentes de Ciencias Naturales no sólo involucran programas, entornos y modalidades específicas para nuestras áreas. También existen herramientas generales que facilitan la elección de algunos **métodos de trabajo e interacción con los estudiantes**.



Los invitamos a ver el siguiente vídeo que ilustra este tema:

Aprendizaje Cooperativo. Una experiencia metodológica

En las clases colaborativas los profesores comparten la autoridad con los estudiantes en formas diversas. En las clases más tradicionales, por el contrario, el profesor es el principal, cuando no, el único, responsable del aprendizaje de sus estudiantes: es quien define los objetivos del aprendizaje o de las unidades temáticas, diseña las tareas de aprendizaje y evalúa lo los estudiantes han aprendido.

En este modelo de colaboración, los profesores "invitan" a sus estudiantes a definir los objetivos específicos dentro de la temática que se está enseñando, brindando opciones para actividades y tareas que logren atraer su atención, animándolos a evaluar lo que han aprendido. Los profesores promueven en los estudiantes el uso de su propio conocimiento, asegurando que lo compartan, al igual que sus estrategias de aprendizaje, tratando a los demás con respeto. Ellos ayudan a los estudiantes a escuchar diversas opiniones, a defender posturas tomadas basándose en evidencias, a desarrollar el pensamiento crítico y creativo, y a participar en diálogos abiertos y significativos.

Los métodos de aprendizaje colaborativo se basan en la idea de que **los estudiantes trabajan juntos para aprender y son responsables del aprendizaje de sus compañeros tanto como del propio.** Toda una renovación en los roles asociados habitualmente a profesores y estudiantes.

APRENDIZAJE COLABORATIVO Y CONSTRUCTIVISMO

El aprendizaje colaborativo se sustenta en teorías cognoscitivas. El aprendizaje colaborativo es uno de los postulados de la teoría constructivista que parte de concebir a la educación como proceso de socioconstrucción que permite conocer diferentes perspectivas para abordar un determinado problema, desarrollar tolerancia en torno a la diversidad y pericia para reelaborar una alternativa conjunta entre los participantes de ese proceso de enseñanza/aprendizaje. En la teoría constructivista (Vigotsky, 1974), el aprendiz requiere la acción de un agente mediador para acceder a la zona de desarrollo próximo. Este será responsable de ir tendiendo un andamiaje que le proporcione seguridad al aprendiz y permita que se apropie del conocimiento y lo traslade a su entorno.

Los **entornos de aprendizaje constructivistas** se definen como “un lugar donde los estudiantes deben trabajar juntos, ayudándose unos a otros, usando una variedad de instrumentos y recursos informativos que permitan la búsqueda de los objetivos de aprendizaje y actividades para la solución de problemas” (Wilson, 1995).

Se estimula con este tipo de estrategia la desaparición de observadores pasivos y receptores repetitivos, superando los tradicionales hábitos de memorización utilitaria. La educación tradicional, favorecida por los modelos sociopolíticos convencionales, lejos de favorecer el proceso antes descrito, se ha empeñado en exaltar los logros individuales y la competencia por encima del trabajo en equipo y la colaboración.

La esencia del trabajo colaborativo es mucho más compleja y enriquecedora que el trabajo individual: **cada participante asume su propio ritmo y potencialidades**, impregnando la actividad de autonomía, pero cada uno comprende la necesidad de aportar lo mejor de sí al grupo para lograr un **resultado sinérgico** al que ninguno accedería por sus propios medios; se logra así una relación de interdependencia que favorece los procesos individuales de crecimiento y desarrollo, las relaciones interpersonales y la productividad.

Los trabajos en grupo han sido muy frecuentes en los diferentes niveles y modalidades del sistema educativo, pero ello no implica que sea esta una práctica verdaderamente cooperativa, que arroje como resultado el producto innovador de la sinergia divergente de un equipo de personas sobre un tema específico. **Del grupo al equipo, hay un tránsito, cuyo valor agregado es la cooperación.**

El aprender en forma colaborativa permite al aprendiz recibir retroalimentación y conocer mejor su propio ritmo y estilo de aprendizaje, lo que facilita la aplicación de estrategias metacognitivas para regular el desempeño y optimizar el rendimiento; por otra parte, este tipo de aprendizaje incrementa la motivación, pues genera en los individuos fuertes sentimientos de pertenencia y cohesión, a través de la identificación de metas comunes y atribuciones compartidas que lo hacen «sentirse parte de», estimulando su productividad y responsabilidad, lo que incidirá directamente en su autoestima y desarrollo.

Resulta importante tomar en cuenta que todo proceso grupal debe partir de la aceptación legítima de cada integrante y precisa lograr niveles aceptables de comunicación y confianza, que permitan dar apoyo y recibirlo, así como resolver asertivamente los conflictos que de continuo se presentan en las relaciones humanas, para poder tomar decisiones conjuntas que favorezcan la consolidación como equipo. Muchas veces, al iniciar un trabajo de aprendizaje con un grupo de estudiantes, se tiende a repetir la repartición de contenidos en grupos elegidos aleatoriamente, cuyos productos de aprendizaje se presentan en una jornada maratónica de exposiciones en la que transparencias, láminas y vídeos ofrecen en apretados y minúsculos textos una síntesis del trabajo que van leyendo a una audiencia pasiva que se abstiene de hacer preguntas. **Trabajar desde un enfoque colaborativo requiere mayor dedicación y es mucho más meticuloso, pero produce en los estudiantes verdadero crecimiento intelectual y socioafectivo.**

Existen, al menos, tres **formas de poner en práctica el aprendizaje colaborativo**: la interacción de pares, el tutoreo de pares y el grupo colaborativo (Tudge, 1994).

La **interacción de pares** consiste en el establecimiento de grupos con participantes de diferentes niveles de habilidad, que acometen las ejecuciones en forma organizada y conjunta, donde el profesor participa como mediador y catalizador en las experiencias de aprendizaje del grupo.

El **tutoreo de pares** involucra a estudiantes en los que se ha detectado mayor habilidad y a los que se les ha dado un entrenamiento previo para servir de “coach” o tutor de sus compañeros de menor nivel, mientras desempeñan el trabajo en forma conjunta; por lo general, la interacción entre los estudiantes es tan fluida que logra elevar el nivel de los aprendices y consolidar el que tienen los avanzados, quienes querrán conservar su posición de adelantados y continuarán profundizando en el conocimiento.

Los **grupos colaborativos**, por su parte, tienen mayor tamaño que los primeros y vinculan aprendices de distinto nivel de habilidad y procedencia; acumulan puntaje en forma individual y grupal a lo largo de todo el período, lo que estimula la interdependencia y asegura la preocupación de todos por el aprendizaje común, pues el éxito colectivo depende del éxito individual. En este caso, el profesor debe ser más que un mediador, propiciando un proceso grupal efectivo.

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y APRENDIZAJE COLABORATIVO

Para generar verdaderos ambientes de aprendizaje que promuevan el desarrollo integral de los aprendices y de sus múltiples capacidades, el desarrollo de las nuevas tecnologías y su utilización en el proceso educativo deben ofrecer un soporte que propicie el aprendizaje colaborativo.

Las tecnologías promueven el aprendizaje colaborativo. Una vez concluida la sesión presencial, el trabajo en equipo puede verse prolongado mediante diferentes recursos tecnológicos: chat, correo, listas o foros, que proporcionan la oportunidad de nuevos intercambios

Desde el punto de vista pedagógico, las TIC facilitan el aprendizaje colaborativo debido a que:

- **estimulan la comunicación interpersonal,** que es uno de los pilares fundamentales dentro de los entornos de aprendizaje virtual, pues posibilitan el intercambio de información, el diálogo y la discusión entre todas las personas implicadas en una tarea determinada. Existen herramientas que integran diferentes aplicaciones de comunicación interpersonal (como el correo electrónico o el chat). Estas aplicaciones pueden ser sincrónicas –como la audio/vídeoconferencia, las pizarras electrónicas o los espacios virtuales– y asincrónicas, como los foros o listas de discusión.

- promueven el trabajo colaborativo, al permitir que los aprendices compartan información, trabajen con documentos conjuntos y faciliten la solución de problemas y toma de decisiones. La transferencia de ficheros, el uso de aplicaciones compartidas, la asignación de tareas, el uso compartido de calendarios, chat, convocatorias de reuniones, lluvias de ideas, mapas conceptuales, navegación compartida, notas, pizarra compartida, votaciones… son algunos ejemplos de las utilidades que las nuevas tecnologías ofrecen para el desarrollo del trabajo colaborativo.

- **permiten que el grupo pueda realizar un seguimiento de su avance, a nivel individual y colectivo**. Esta información puede generarse a través de los resultados de ejercicios y trabajos; pruebas de autoevaluación y coevaluación; estadísticas de los itinerarios seguidos en los materiales de aprendizaje; participación de los estudiantes por medio de herramientas de comunicación; explicitación del número de veces que han accedido al sistema, tiempo invertido en cada sesión y otros indicadores que se generan automáticamente y que el profesor podrá chequear para ponderar el trabajo de cada grupo. Asimismo los estudiantes podrán visualizar, además del suyo, el trabajo que el resto de los grupos ha efectuado y aplicar a tiempo correctivos y estrategias metacognitivas que tiendan a remediar un desempeño inadecuado.

- **posibilitan el acceso a información y contenidos de aprendizaje** mediante las bases de datos *on-line* o bibliográficas, sistemas de información orientados, libros electrónicos, publicaciones en red, centros de interés, enciclopedias, hipermedias, simulaciones y prácticas tutoriales que permiten a los estudiantes intercambiar direcciones web, diversificar recursos e integrar perspectivas múltiples.

- **permiten desarrollar ejercicios de evaluación y autoevaluación**, con los que el profesor podrá conocer el nivel de logro de los aprendices y rediseñar la experiencia de acuerdo a su ritmo y nivel, y a ellos le ofrecerán retroalimentación sobre el nivel de desempeño.

Las TIC propician una postura de flexibilidad cognitiva, pues cada usuario puede establecer itinerarios particulares y recorrerlos según su gusto y necesidad: textos, proyectos, propuestas, experiencias, nuevos medios para la interacción y el trabajo con los aprendices y profesores, conocidos cara a cara o con otros remotos e invisibles, enriquecen el proceso de aprendizaje y abren la voluntad de cooperar. En las modalidades presenciales, muchos aprendices permanecen pasivos por temor a hablar o el miedo escénico de interactuar en un grupo que no siempre tiene tolerancia y receptividad hacia todos sus miembros por igual.

Los grupos de aprendizaje no van a volverse colaborativos tan sólo por estar en la red. Es necesario identificar los recursos emocionales y las aptitudes sociales de los integrantes de cada grupo, evaluarlos y aumentarlos, así como los del grupo como tal, y esto se logra modelando valores que impacten en el desarrollo humano de los aprendices. **La mejor propuesta formativa será, en todo caso, aquella que pueda conjugar cada estrategia de la forma más conveniente y en su justa dimensión, sin abusar de ella o subestimar su uso, y sin olvidar que el fin educativo, que es el bienestar social y el desarrollo, debe prevalecer y orientar cualquier acción educativa que se emprenda.**

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

Elaboración de mapas conceptuales

Un mapa conceptual es una técnica usada para la **representación gráfica del conocimiento**. Es una red de conceptos **en la cual estos se representan en nodos y sus relaciones en los enlaces entre ellos**.

Según Benavidez Maya et al (2011), el uso de mapas conceptuales **ayuda a sintetizar conceptos clave de un tema y a relacionarlos**, permitiendo adquirir una mirada global del mismo en pocas palabras y sirviendo como estrategia de socialización. Se lo ve también como una herramienta que **facilita la metacognición**, pues permite evidenciar el sistema de creencias y los niveles de jerarquía en que ese conocimiento está inserto y se sustenta.

Los mapas conceptuales son herramientas cognitivas potentes, pues **facilitan el aprendizaje agilizando el establecimiento de relaciones coherentes entre los conceptos**. Según C. Collado y A. J. Cañas, su utilización en el aula –y fuera de ella– ayuda a construir un aprendizaje significativo, pues los estudiantes se convierten en verdaderos agentes en la construcción del conocimiento, relacionando los nuevos conceptos con otros preexistentes en una estructura organizada. Novak y Gowin (1984) han descrito el acto de construir mapas como una actividad creativa, en la cual el estudiante debe hacer un esfuerzo para aclarar significados al identificar los conceptos importantes, las relaciones y su estructura dentro de un dominio específico de conocimiento. La creación de conocimiento requiere un nivel alto de aprendizaje significativo, y los mapas conceptuales facilitan el proceso de creación de conocimiento en una disciplina (Novak, 1993).

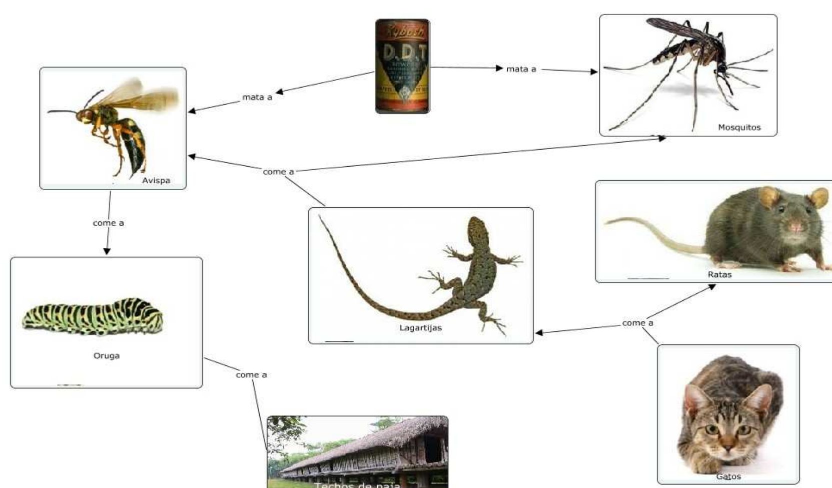
No existen reglas generales que estructuren la construcción de mapas conceptuales. El mapa es una herramienta que evidencia los significados atribuidos a determinados conceptos y las relaciones contextualizadas entre los mismos. Si los estudiantes, al hacer un mapa, unen dos conceptos mediante una línea, tienen que ser capaces de explicar la relación entre ellos a través de un conector. Ahora los conceptos unidos con el conector forman una proposición que evidencia el significado de la relación conceptual.

Los mapas conceptuales permiten visualizar las relaciones entre los conceptos a medida que se estudia un tema, y no solamente al final. Por otro lado, son un buen mecanismo para llevar al estudiante a profundizar sus análisis, puesto que, para poder establecer relaciones claras y coherentes entre conceptos, necesita haber comprendido el tema. **El uso de mapas conceptuales en el aula lleva a los estudiantes a explicitar relaciones entre conceptos que otras técnicas de estudio, como por ejemplo, el resumen, no dejan ver de manera tan clara**. En consecuencia, invitan a los estudiantes a plasmar visualmente la ruta que para ellos tiene el desarrollo de un tema, explicitando sus propios recorridos de aprendizaje. Su construcción y uso es, por todo lo dicho, un mecanismo con el que se fortalece la apropiación de conocimientos.

Una de las razones por la que los mapas conceptuales son tan poderosos para facilitar el aprendizaje significativo es que **funcionan como una especie de andamio para ayudar a organizar el conocimiento y a estructurarlo**, aun cuando la estructura debe ser construida pieza por pieza, con unidades pequeñas de estructuras conceptuales y proposicionales que interactúan entre sí. Se crean así **poderosas estructuras de conocimiento** que no solo permiten la utilización del conocimiento en nuevos contextos, sino también la retención del conocimiento por largos periodos de tiempo (Novak, 1990; Novak & Wandersee, 1991).

Todavía se conoce relativamente poco sobre los procesos de la memoria y cómo se incorpora el conocimiento finalmente en nuestro cerebro, pero parece evidente, según diversas fuentes de investigación, que **nuestro cerebro organiza el conocimiento en estructuras jerárquicas** y que las herramientas pedagógicas que facilitan este proceso aumentan significativamente la capacidad de aprendizaje de todos los individuos (Bransford et al, 1999).

Por otro lado, **la utilización de mapas conceptuales en el aula puede fomentar el trabajo cooperativo entre los estudiantes**. El alto grado de explicitud de los mapas conceptuales los hace un vehículo ideal para el intercambio de ideas o para la construcción colaborativa de nuevo conocimiento. Existe un creciente cuerpo de investigación que muestra que cuando los estudiantes trabajan en grupos pequeños y cooperan al esforzarse en aprender una materia, esto da resultados positivos tanto en lo cognitivo como en lo afectivo (Johnson et al, 1981). Cuando los estudiantes trabajan en forma cooperativa en grupos y usan mapas conceptuales para guiar su aprendizaje, ocurre un aprendizaje significativamente mayor (Preszler, 2004).



Ejemplo de red conceptual

Si bien los mapas conceptuales pueden ayudar, **los estudiantes también necesitan que se les enseñen algunos aspectos acerca de los mecanismos del cerebro y la organización de conocimiento**, y esta instrucción debe acompañar el uso de mapas conceptuales. Es importante, por ejemplo, reconocer que **un mapa conceptual nunca está terminado**. Después de que se construye un mapa preliminar, siempre es necesario re-trabajarlo para agregar otros conceptos. Los buenos mapas generalmente son el resultado de tres revisiones o más. Esta es una de las razones por las que utilizar un programa de software es útil.

El potencial formativo que ya tenía el uso de mapas conceptuales se ha visto impulsado con la **creación de herramientas informáticas inteligentes que facilitan al usuario la elaboración del mapa en soporte digital y su posterior modificación cuantas veces sea preciso**.

Herramientas que, además, como destacan Rovira y Mesa (200), permiten integrar en el mapa conceptual elementos multimedia del entorno web (hipertexto, imagen, sonido,

vídeo), abriendo a los profesores nuevas perspectivas de representación y gestión del conocimiento. Así sucede, por ejemplo, cuando se asocian enlaces hipertextuales a los conceptos del mapa, utilizándolo para organizar información sobre un determinado núcleo de conocimientos y ofrecerla. Asimismo, este tipo de herramientas hace posible un trabajo interactivo con el propio mapa, individual o grupal.

La flexibilidad en la construcción de mapas conceptuales trae algunos inconvenientes en su utilización didáctica. Algunos errores que suelen cometerse son la repetición de conceptos y el no darles un único orden jerárquico. Según la teoría psicolingüística, son más precisas **las "redes conceptuales", de mayor utilidad como herramienta didáctica** (Chomsky, 2006).

Para la **confección de redes conceptuales** se deben tener en cuenta algunas cuestiones fundamentales: los conceptos no deben repetirse, las oraciones que se formen entre ellos deben incluir un verbo como nexo y se leen en el sentido de la flecha que los une, mientras que la flecha inversa genera otra oración. Los conceptos fundamentales son aquellos de donde parten y a donde llegan más relaciones.

El programa Cmap Tools es un constructor de mapas conceptuales. Permite al estudiante ampliar su potencial creativo al darle la posibilidad de enriquecer los conceptos que incluye en sus mapas conceptuales con recursos como imágenes, sonidos, vídeos, documentos, hojas de cálculo, presentaciones, páginas de Internet e incluso otros mapas conceptuales. Esto, además de enriquecer la idea del mapa conceptual, hace de este programa una alternativa interesante a programas de presentaciones como Microsoft Power Point u Open Office. En consecuencia, brinda a los estudiantes otras posibilidades para exteriorizar conceptos sobre un tema y sus relaciones.

El software no solo facilita a los usuarios de todas las edades el construir mapas conceptuales y modificarlos de una manera similar a la que un procesador de palabras facilita escribir un texto, sino que también **permite a los usuarios colaborar a distancia en la construcción de sus mapas, agregarles recursos para explicar mejor sus contenidos y realizar búsquedas en la web de información relacionada**. Al facilitarse los enlaces entre mapas conceptuales, los aprendices pueden construir *modelos de conocimiento* (Cañas et al, 2003 y 2005) que son colecciones de mapas conceptuales sobre un tema en particular con recursos ligados, demostrando así que su comprensión sobre un dominio no está limitado a un solo mapa conceptual.

Los educadores han reconocido que **lo importante es el proceso de construcción de un mapa conceptual, no solamente el resultado final**. Sin embargo, en muchos casos el maestro no puede acompañar al estudiante durante el proceso de construcción de los mapas conceptuales, ya sea porque hay muchos aprendices, porque el estudiante trabaja en su casa, o el aprendizaje es a distancia. CmapTools brinda la posibilidad de "grabar" el proceso de construcción del mapa conceptual, permitiendo reproducir gráficamente los pasos de construcción más tarde, controlando la velocidad y moviéndolo hacia adelante o hacia atrás como se necesite.

Finalmente, los mapas conceptuales elaborados en Cmap Tools se pueden subir a un servidor y quedan accesibles tanto para su uso como para su modificación de manera colaborativa desde cualquier parte del mundo.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA de la parte teórica

ALFABETIZACIONES TECNOLÓGICAS

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1998). *Ciencia conocimiento para todos; proyecto 2061.* Oxford University Press México S.A. de C.V.

BAMONTE, E.; COMI, A.; DI GIACOMO, M. A.; GALAGOVSKY, L. R.; LACOLLA, L.; LAZBAL, O. y SIRI, R. (2009). Iniciación docente y acompañamiento a egresados de dos profesorados de química de gestión pública de la ciudad de Buenos Aires: desafíos. Facultad de Derecho, UBA. Buenos Aires, Argentina, 24, 25 y 26 de febrero de 2010.

GALAGOVSKY, L. (2012). *Premio Braun Menéndez 2010. Educación en ciencia y tecnología: de la certeza de la excelencia a la incertidumbre de la compleja realidad*. Ciencia e Investigación - TOMO 62 Nº1.

GELLON, G., ROSENVASSER FEHER, E., FURMAN, M. y GOLOMBEK, D. A. *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla.* Buenos Aires, Paidós, 2005.

GOLOMBEK, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Fundación Santillana, Buenos Aires, Argentina. 2008.

GVIRTZ, S. ; NECUZZI, C. (Comp.) (2011). *Educación y tecnologías, Las voces de los expertos*. Buenos Aires: ANSES. Disponible en http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL003211.pdf

IIPE-UNESCO Y OEI (SITEAL, 2013). *¿Por qué los adolescentes dejan la escuela?* Disponible en www.siteal.iipe-oei.org/sites/default/.../siteal_2013_03_13_dd_28_0.pdf (Fecha de último acceso: 27/07/2014).

Informe de la comisión del Ministerio de Educación encargada de evaluar los resultados del informe PISA 2006. (En: Golombek, 2008)

NÍAZ, M. (2011) *Innovating science teacher education. A history and Philosophy of science perspective*. Routledge, NY. (En: Galagovsky, 2012).

OCDE. *PISA 2006, Marco de la Evaluación*. Santillana, España, 2007.

OSBORNE, J., DILLON, J. (2008) *Science Education in Europe: Critical Reflections. A report to the Nuffield Foundation. King´s College London.*
(En: Galagovsky, 2012).

STEINBERG, C.; CETRÁNGOLO, O. y F. GATTO (2011). *Desigualdades territoriales en la Argentina. Insumos para el planeamiento estratégico del sector educativo*. Naciones Unidas, Santiago de Chile, febrero de 2011, Disponible en http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/43168/docw53fin.pdf. (Fecha de último acceso: 27/07/2014).

SIMULACIONES Y REPRESENTACIONES

BUNGE, M. (1983). *La investigación científica*. Documento de la Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura.

CHAMIZO, J. A. (2010). *Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias*. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, vol. 7 nro. 1.

CHELQUER, J. (2001). *Informática Educativa*. Material de la cátedra de Informática Educativa de la Comisión de Carreras de Profesorado de Enseñanza Media y Superior, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

GALAGOVSKY, L. R., & ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: el concepto de "modelo didáctico analógico".* Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 19(2), 231-242.

DORI, Y .J., & BARAK, M. (2001). *Virtual and physical molecular modeling: Fostering and spatial understanding.* Educational Technology & Society, 4(1), 61-74.

MAGEE, M. (2006). State of the Field Review: Simulation in Education: Final Report Alberta Online Learning Consortium.

RAVIOLO, A., RAMÍREZ, P., & LÓPEZ, E. A. (2010). *Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías*. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 7(3), 581-612.

TEODORO, V. D. (1998). *From formulae to conceptual experiments: interactive modelling in the physical sciences and in mathematics*. International CoLos conference new network-based media in education (pp. 13-22).

http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/textos/VDTeodoro1998.pdf

EL TRABAJO CON GRÁFICOS EN CIENCIAS NATURALES

AOYAMA, K. (2006). Investigating a Hierarchy of Students'graph Interpretation. Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics. Salvador, Brazil: International Statistical Institute.

AOYAMA, K. y M. STEPHENS (2003). "Graph interpretation aspects of statistical literacy: A Japanese perspective." Mathematics Education Research Journal 15(3): 207-225.

ARTEAGA, P., C. BATANERO, ET AL. (2009). "El lenguaje de los gráficos estadísticos." Revista Iberoamericana de Educación Matemática 18: 93-104.

GARCÍA, J. J. G. y F. J. P. PALACIOS (2007). "¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias?" Enseñanza de las Ciencias, España 25(1): 107-132.

GERBER, R., G. BOULTON-LEWIS, ET AL. (1995). "Children's understanding of graphic representations of quantitative data." Learning and Instruction 5(1): 77-100.

LAVERTY, J. y G. KORTEMEYER (2012). "Function plot response: A scalable system for teaching kinematics graphs." American Journal of Physics 80: 724.

LEINHARDT, G., O. ZASLAVSKY, ET AL. (1990). "Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching." Review of educational research **60**(1): 1-64.

NÚÑEZ, F., E. BANET HERNÁNDEZ, ET AL. (2009). "Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas." Enseñanza de las Ciencias **27**(3): 447.

POSTIGO, Y. y J. I. POZO (2000). "Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes: Comprensión y uso de los sistemas externos de representación." Infancia y aprendizaje (90): 89-110.

ROTH, W.-M. (2002). "Reading graphs: Contributions to an integrative concept of literacy." Journal of Curriculum Studies **34**(1): 1-24.

ROTH, W.-M. y G. M. BOWEN (1999). "Of cannibals, missionaries, and converts: graphing competencies from grade 8 to professional science inside (classrooms) and outside (field/laboratory)." Science, Technology & Human Values **24**(2): 179-212.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN INTERNET

BURBULES. C. y CALLISTER. A. (2008). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Madrid: Granica editores. (Capítulo 4. Lectura crítica en Internet).

LITWIN, E. (2006). *El acceso a la información: su búsqueda y validación. Proyectos y propuestas creativas en educación*: Portal EducaRed. Disponible en: HTTP://WWW.EDUCARED.ORG/GLOBAL/PPCE/449. Fecha de último acceso: 10/07/2014.

PERELMAN, F. y O. (2011). *Enseñando a leer en Internet*. Buenos Aires: Aique.

VELÁZQUEZ, C. (2012). Estrategias pedagógicas con TIC: Recursos didácticos para entornos 1 a 1. Buenos Aires: Novedades educativas.

NOTA ACERCA DEL USO DE TECNOLOGÍA EN LA EXPERIMENTACIÓN

Tortosa (2012) The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. Chem. Educ. Res. Pract., 2012, 13, 161–171. Disponible en: http://www.rsc.org/Publishing/Journals/RP/about.asp (Fecha de último acceso: 10/07/2014).

Barnea, N, Yehudit, Y. J. and A. Hofsteind. Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: reforming high school chemistry in Israel Chem. Educ. Res. Pract., 2010, 11, 218–228

Aksela, M. (2005) Supporting meaningful chemistry learning and higher order. Tesis

USO DE IMÁGENES Y VÍDEOS

BRAVO, J. L. (1992, a) *Criterios para la evaluación de vídeos educativos*. Madrid: ICE de la Universidad Politécnica. Disponible en: http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/Videdu.pdf. (Fecha de último acceso: 09/08/2013).

DUSSEL I., ABRAMOWSKI A., IGARZÁBAL B., LAGUZZI G. (2010). *Aportes de la imagen en la formación docente. Abordajes conceptuales y pedagógicos.* Instituto Nacional de Formación Docente, Proyecto red de centros de actualización e innovación educativa, Buenos Aires. Disponible en:

http://repositorio.educacion.gov.ar/dspace/bitstream/handle/123456789/89762/Pedagog%C3%ADas%20de%20la%20imagen..pdf?sequence=1. (Fecha de último acceso: 09/08/2013).

GALAGOVSKY, L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas. Rev. Enseñanza de las ciencias, 22(3), 349–364.

JOAN FERRÉS I PRATS. *El vídeo en el aula.* http://www.lmi.ub.es/te/any93/ferres_cp/ - anchor786935

MATURANO C., AGUILAR S. y NÚÑEZ G. (2007). “Las imágenes en el aprendizaje de las ciencias naturales”. Comunicación presentada en las I jornadas Nacionales de Investigación Educativa, II Jornadas Regionales y VI Jornadas Institucionales, mayo de 2007. Facultad de Educación Elemental y Especial, Universidad Nacional de Cuyo. Disponible en:

http://www.feeye.uncu.edu.ar/web/posjornadasinve/area3/Ciencias%20naturales%20y%20su%20didactica/028%20-%20Maturano%20y%20Aguilar%20-%20UN%20San%20Juan.pdf. (Fecha de último acceso: 09/08/2013).

PERALES F. (2008). *La Imagen en la Enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España*. Rev. Formación Universitaria, Vol. 1(4), 13-22. Formación Universitaria. Doi: 10.4067/S0718-50062008000400003

PERALES PALACIOS, Javier. *El uso (y abuso) del uso de la imagen en la enseñanza de las Ciencias.* Rev. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 2006, 24(1), 13–30

RIPANI, M. F. Y MIGUEL, M. (2011). *Lineamientos pedagógicos: Plan Integral de Educación Digital* (1 ed.) Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

RODRÍGUEZ MARTÍN, C., 2009. “El uso del vídeo en la enseñanza”. Recursos de formación (núm. 2). Disponible en:

http://www.encuentroeducativo.com/revista/?p=1643. (Fecha de último acceso: 09/08/2013).

TRABAJO COLABORATIVO

ABDUL, J. F. M y VELARDED R. V. (2009). *Herramientas Web 2.0 para el aprendizaje Colaborativo*. Cyted. Disponible en http://remo.det.uvigo.es/solite/attachments/038_Web%202.0.pdf . (Fecha último acceso: 13/08/2013).

COLLAZOS, César Alberto; GUERRERO, Luis y Adriana VERGARA. *Aprendizaje colaborativo: un cambio en el rol del profesor*. Tomado de http://terras.edu.ar/jornadas/102/biblio/102Aprendizaje-Colaborativo.pdf. (Fecha de último acceso: 13/08/2013).

GROS, Begoña. *El aprendizaje colaborativo a través de la red: límites y posibilidades*. Tomado de http://www.uninorte.edu.co/congresog10/conf/08_El_Aprendizaje_Colaborativo_a_traves_de_la_red.pdf. (Fecha de último acceso: 13/08/2013).

TUDGE (1994). *Vigotsky: la zona de desarrollo próximo y su colaboración en la práctica de aula*. Nueva York, Universidad de Cambridge.

VIGOTSKY (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Madrid, Grijalbo.

WILSON (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. Madrid, Paidós.

ELABORACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., & HANESIAN, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

BENAVIDES MAYA, A. ET AL. (2011) *Crear y publicar con las Tics en la escuela*. Universidad del Cauca- Computadores para Educar; se puede descargar a través de la dirección web:

http://www.iered.org/archivos/Publicaciones_Libres/2011_Crear_y_Publicar_con_TIC_en_Escuela/xCapitulos/3-05_Mapas-Conceptuales-con-CmapTools.pdf

(Fecha de último acceso: 10/07/2014).

BRANSFORD, J., BROWN, A. L., & COCKING, R. R. (Eds.). (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.

CAÑAS, A. J., FORD, K. M., NOVAK, J. D., HAYES, P., REICHHERZER, T., & SURI, N. (2001). “Online concept maps: Enhancing collaborative learning by using technology with concept maps”. *The Science Teacher*, 68(4), 49-51.

CAÑAS, A. J., HILL, G., GRANADOS, A., PÉREZ, C., & PÉREZ, J. D. (2003). *The network architecture of CmapTools* (Technical Report No. IHMC CmapTools 2003-01). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.

CAÑAS, A. J., & NOVAK, J. D. (2005). *A concept map-centered learning environment.* Paper presented at the Symposium at the 11th Biennial Conference of the European Association for Research in Learning and Instruction (EARLI), Cyprus.

CHOMSKY, N. *Language and mind,* third edition Cambridge Massachusetts Institute of Technology 2006 . Cambridge University Press. The Edinburgh Building, Cambridge CB 2 2RU, UK. Fecha de último acceso: 10/07/2014.

GALAGOVSKY, L.R. (1993) *Redes conceptuales: Base teórica e implicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias*; en Enseñanza de las Ciencias 11 (3), 301-307. Disponible en:

http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21297/93269 (Fecha de último acceso: 05/07/2014).

MURGA-MENOYO M.A., BAUTISTA-CERRO M. J. y NOVO, M. (2011) "Mapas conceptuales con *CMAP TOOLS* en la enseñanza universitaria de educación ambiental". Estudio de caso en la UNED. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 47–60.

NOVAK, J. D. y A. J. CAÑAS. *La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos*, Reporte Técnico IHMC CmapTools 2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006. Disponible en: HTTP://CMAP.IHMC.US/PUBLICATIONS/RESEARCHPAPERS/THEORYUNDERLYINGCONCEPTMAPS.PDF (Fecha de último acceso: 10/07/2014).

MODELO TPACK

ABBITT, J. (2011). *Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Education: A Review of Current Methods and Instruments.* Journal of Research on Technology in Education. Volume 43 Number 4, pp. 281-300.

MISHRA, P. Y KOEHLER, M. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*. Teachers College Record, Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017–1054

SCHULMAN, Lee (2005) Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado [en línea] 2005, 9 (2). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56790202> ISSN 1138-414X [Fecha de consulta: 24 de julio de 2014].

Para mayor profundidad en el tratamiento de este tema, sugerimos consultar la página web oficial

¿Cómo se integran las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje?

Modelo TPACK

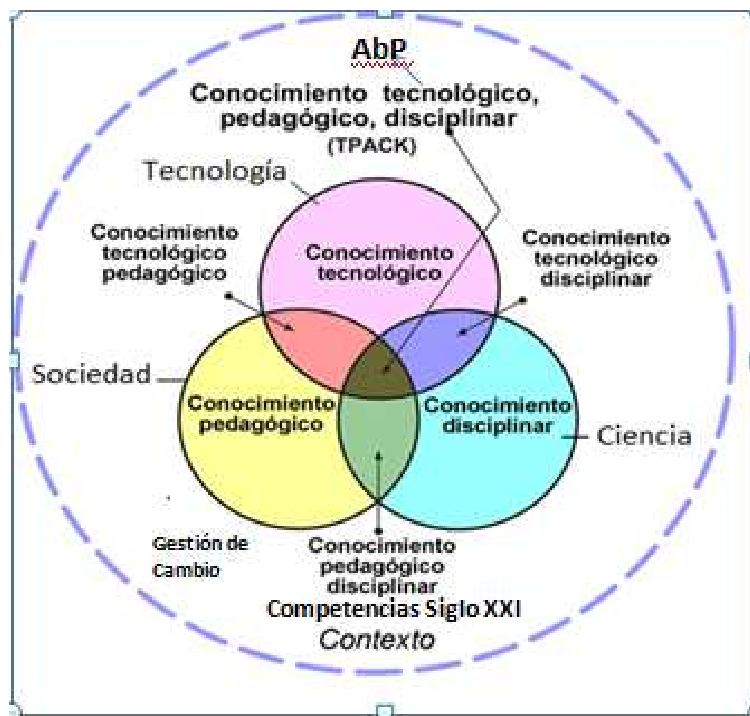
Para hablar de cómo se pueden integrar las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debemos antes referirnos al Conocimiento Pedagógico del Contenido, un concepto acuñado por Shulman: ‘‘esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional’’ (Shulman, 2005). El CPC representa el área de intersección entre el contenido y didáctica, por la que determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses y capacidades de los alumnos, y se exponen para su enseñanza. El CPC es específico para la enseñanza de cada tema.

La necesidad de contribuir a la alfabetización digital y tecnológica de los estudiantes ha ocupado a numerosos profesionales de la investigación educativa. Mishra y Koehler propusieron extender el concepto de Conocimiento Pedagógico del Contenido acuñado por Shulman y formularon un marco conceptual que nos ofrece vías de verdadera integración de la tecnología en la enseñanza (Mishra y Koehler, 2006).

El enfoque al que nos referimos es el modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge* o Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido) que surge de la intersección de tres campos: el campo académico propio del contenido a enseñar/aprender, el campo pedagógico y el campo tecnológico.

EL TPACK es un marco teórico que busca identificar la naturaleza de los conocimientos requeridos por los profesores para la integración de la tecnología en su enseñanza. Tomando en cuenta la naturaleza compleja, multifacética y situada del conocimiento del profesor, define los conocimientos necesarios para utilizar la tecnología en un entorno educativo de manera que sean contextualmente auténticos y pedagógicamente adecuados.

El TPACK se construye con tres componentes principales cuyas intersecciones forman tres campos combinados. De la intersección de estos tres campos, surge el TPACK.



Modelo TPACK

Los tres componentes principales son: el conocimiento pedagógico, el tecnológico y el disciplinar.

Conocimiento pedagógico (P). Constituye el conocimiento de la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje, la concepción general de cómo un estudiante aprende. Incluye los métodos de enseñanza, la gestión del aula, la planificación, la evaluación del aprendizaje del alumno, etcétera.

Conocimiento tecnológico (T). Implica el conocimiento acerca de tecnologías, tanto las tradicionales como las más avanzadas (manejo de internet, utilización de microscopio).

Conocimiento disciplinar (C). Es el conocimiento específico de la disciplina. En Ciencias Naturales, incluiría contenidos específicos de Química, Astronomía, Biología, Física, etcétera.

Veamos un ejemplo para cada uno de estos componentes:

Microsoft PowerPoint es un programa diseñado para hacer presentaciones con texto esquematizado, así como presentaciones en diapositivas, animaciones de texto e imágenes prediseñadas o importadas desde archivos de computadora. Es necesario aplicar conocimiento tecnológico para utilizar este programa.

El uso de imágenes ha adquirido un rol protagónico como material de enseñanza en la escuela media. Varias investigaciones postulan que el uso de imágenes es una herramienta muy poderosa para ayudar a comunicar los conceptos, procesos, interrelaciones, y también para entenderlos. El docente debe contar con el conocimiento pedagógico necesario para saber cuándo y de qué manera utilizarlas en el aula.

Un contenido muy frecuentemente trabajado en clase es la división celular o *mitosis*. Entender cómo, cuándo y por qué ocurre este proceso, la construcción histórica de este concepto por parte de la comunidad científica y las teorías con él relacionadas es un conocimiento disciplinar imprescindible para un docente de Biología.

Misha y Koeheler sostienen que el manejo de los tres componentes anteriores de manera independientes no ofrece óptimos resultados, sino que debemos pensar la enseñanza y el aprendizaje en función de su interacción y combinación.

Veamos un ejemplo de esta interacción, tomando la secuencia didáctica "Divididos" que encontrará más adelante en este eBook. En ella se aborda la división celular a partir del análisis de un vídeo que muestra una célula mientras se divide. En este caso, en la integración entre los distintos tipos de conocimiento, podemos encontrar:

Conocimiento pedagógico disciplinar (PCK, *Pedagogical Content Knowledge*). La pedagogía y el contenido disciplinar juntos producen un conocimiento de contenido pedagógico que representa el conocimiento de la pedagogía que es aplicable a la instrucción de contenido específico de ciencias naturales. En el caso de la mitosis, es importante tener en cuenta que los estudiantes de secundario suelen tener concepciones alternativas acerca de este tema y manifiestan una gran dificultad para comprender el carácter continuo del proceso.

Conocimiento tecnológico disciplinar (TCK, *Technological Content Knowledge*). Este componente se refiere al conocimiento de la relación entre las Ciencias Naturales y la tecnología, incluyendo el conocimiento de la tecnología que se utiliza en la construcción del conocimiento científico. Para llevar a cabo la clase sobre mitosis, es necesario saber que hay técnicas de microscopía específicas de las Ciencias Naturales que se utilizan muy frecuentemente en este campo.

Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK *Technological Pedagogical Knowledge*). Es la habilidad para utilizar los recursos tecnológicos apropiados para potenciar una estrategia pedagógica. Por ejemplo, utilizando un programa de edición de vídeos y una película en donde se observe algún proceso o fenómeno (como la mitosis), podemos extraer los fotogramas que forman el vídeo y seleccionar aquellos representativos del proceso de manera de poder esquematizar lo observado y resumirlo. En nuestro ejemplo, esto nos llevará a armar un esquema propio para representar el proceso de división celular.

Finalmente, como interacción de estos tres campos integrados surge el **Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido** (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), es decir, el de la compleja interacción entre las áreas de conocimiento principales. En nuestro caso, el producto es la secuencia didáctica "Divididos".

Si bien la definición de TPACK no incluye elecciones con respecto a los marcos teóricos que conforman cada uno de sus componentes, esas elecciones estarán presentes en su implementación. Desde Escuelas de Innovación, consideramos que la indagación guiada es particularmente apropiada para trabajar en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales dentro del entorno del TPACK. En este sentido, a lo largo de las secuencias didácticas que encontrarán en este libro electrónico, podrán observar que proponemos frecuentemente la utilización de vídeos para realizar mediciones de fenómenos reales, analizar lo que sucede, elaborar hipótesis al respecto, y diseñar experimentos que permitan a los estudiantes realizar inferencias sobre el fenómeno estudiado.

Según los modelos tradicionales, para utilizar adecuadamente la tecnología en la enseñanza, los docentes deben, simplemente, ser entrenados en el uso de las herramientas. Pero según el modelo TPACK conocer la tecnología no implica saber cómo utilizarla en la enseñanza. Además, este énfasis en las competencias meramente tecnológicas y la acumulación de conocimiento acerca de programas y software que no esté debidamente contextualizado en los temas de aula tiene una problemática inherente (Mishra y Koehler, 2006).

El primer inconveniente que encontramos es que, como habitantes de un mundo en permanente cambio, estamos inevitablemente condenados a la desactualización tecnológica. Los programas cambian, los aparatos se actualizan y el lenguaje técnico se modifica para adaptarse a los nuevos desarrollos. La tecnología cambia permanentemente y ninguna capacitación en herramientas informáticas puede ser completa más que por un tiempo mínimo y para un uso acotado. Por otro lado, la adquisición de conocimientos de programas específicos hace que los docentes necesiten ceñirse a ellos, condicionando así su trabajo.

En segundo lugar, gran parte del software que hoy se utiliza proviene de desarrollos que no están relacionados con la enseñanza. La adaptación de estos programas al aula no es trivial y requiere que el docente tenga un conocimiento adecuado de la didáctica específica del contenido para el cual lo quiere utilizar y del contenido mismo.

Cabe detenernos también en la naturaleza *situada* del aprendizaje. Un aprendizaje de la tecnología fuera de un contexto didáctico lleva a soluciones genéricas para el problema de cómo enseñar con estas herramientas. Pero no existe una generalidad en ese “cómo enseñar”. Por ejemplo, la enseñanza y el aprendizaje de la óptica geométrica difieren fundamentalmente de aquello que se requieren para trabajar con la solubilidad de los sólidos en los líquidos. La enseñanza con herramientas tecnológicas está indefectiblemente relacionada con su contexto, pues cada docente la utiliza para el trabajo con un tema determinado, con un grupo específico de estudiantes y en un contexto particular.

β Aquí *accedés a la bibliografía y webgrafía de este apartado.*

Propuestas de enseñanza

A continuación, presentamos algunas secuencias didácticas para trabajar en el aula.

Nuestras propuestas han sido diseñadas trabajando en la confluencia de las dimensiones disciplinar, didáctica y tecnológica de la enseñanza, en el marco del TPACK, tal como hemos propuesto en la sección anterior de este documento. En ellas, la tecnología está integrada de la propuesta desde su génesis, de la misma manera que nos apoyamos en el marco teórico educativo que hemos elegido proponiendo un acercamiento lo más directo posible al fenómeno que se estudiará, para luego desarrollar las ideas que buscamos y sólo en último lugar referenciarlas según la terminología científica adecuada.

Todos los contenidos que se abordan están incluidos en los Núcleos de Aprendizaje Prioritario (NAP) definidos por el Consejo Federal de Educación para las áreas de Ciencias Naturales, Física, Química y Biología, las cuales incumben a este Módulo de trabajo. No es el objetivo de este texto hacer una cobertura exhaustiva de los NAP. Hemos elegido algunos temas que consideramos fundamentales para la disciplina determinada o que permiten mostrar alguna metodología de enseñanza o el uso de algún recurso, dentro del marco teórico del TPACK, trabajando en el marco de la indagación.

Las propuestas de enseñanza que presentamos a continuación son un producto colectivo generado por un grupo heterogéneo. Fueron diseñadas por distintos integrantes del equipo, discutidas entre todos y luego trabajadas con docentes en el marco de las capacitaciones de Escuelas de Innovación. Han ido variando y evolucionando conforme se llevaron a las aulas, con la integración de numerosos aportes de los profesores que han trabajado con ellas. Por eso, queremos agradecer especialmente a esos docentes que con su mirada crítica y constructiva han enriquecido nuestras propuestas.

Estas miradas heterogéneas pero convergentes sobre la ciencia, la tecnología y la enseñanza han hecho que nuestras propuestas tengan una gran diversidad. Cada una está pensada para una situación diferente de enseñanza y aprendizaje. Encontrarán clases para distintas disciplinas y distintos cursos. También observarán que hay diversidad de niveles de profundidad y dificultad en las propuestas, tanto desde el punto de vista disciplinar como tecnológico. Incluimos algunos ejemplos de clases que requieren del uso de equipos electrónicos de medición (pHmetro en una clase de Ciencias Naturales, sensor de distancia en una clase de Física, sensor de dióxido de carbono en una clase de Biología). Decidimos respetar esa heterogeneidad de las propuestas en la certeza de que aspectos de cada una que puedan ser útiles para la mayoría de los docentes.

Aspiramos a que, en cada secuencia didáctica, todo docente pueda encontrar recursos útiles o ideas que lo llamen a diseñar sus propios materiales: puede ser una forma de encarar un tema, un recurso didáctico, una herramienta tecnológica, un uso diferente de algún programa que ya conozca o muchos aspectos más.

Por ejemplo, a pesar de que un docente de Biología seguramente no tratará en sus clases el movimiento rectilíneo uniforme, le recomendamos no pasar por alto la secuencia didáctica “Mantén el movimiento”. En ella, se estudia el movimiento de un vehículo a partir de los fotogramas en que se puede desarmar una película. Este recurso puede ser utilizado para estudiar el movimiento de los músculos de un animal cuando está corriendo, por ejemplo.

El docente de Física puede hallar en la clase “Luz, color…. ¡acción!”, que trata de la relación entre los colores de la luz y el crecimiento de las plantas, un contexto para trabajar la composición de la luz blanca y otros contenidos de óptica. También puede abordar el tema energía en relación con los seres vivos.

Las clases que implican el empleo de un equipo de medición electrónico pueden ser modificadas, en el caso de no contar con estos equipos, utilizando datos publicados o medidos por otros estudiantes. Todas esas experiencias han sido ensayadas por este equipo de capacitación.

ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL

En las páginas siguientes se presentan diez secuencias didácticas. Cada una comienza con una introducción que la resume. Luego se explicitan los objetivos de aprendizaje y algunas de las dificultades específicas con las que, según la bibliografía, se enfrentan los profesores y sus estudiantes al encarar ese contenido en particular.

Luego figura la relación entre los contenidos trabajados y los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios.

Dado lo amplio de las currículas de las disciplinas de las que nos ocupamos, nuestras propuestas de enseñanza no abarcan temas completos sino sólo algún aspecto que consideramos relevante. Por eso, indicamos en el apartado "Conceptos previos" cuáles son los conocimientos que necesitan los estudiantes para encarar esa secuencia didáctica particular, y en el apartado "Para profundizar el tema", proponemos alguna opción para el trabajo posterior.

Entre estos dos ítems, encontrarán la propuesta en sí, organizada en actividades con consignas para los estudiantes y descripciones de las situaciones que esperamos se den al encararlas. En el desarrollo de las actividades, incluimos sugerencias para los docentes relacionadas con distintos aspectos de las actividades, desde la dinámica de la clase hasta algunos aspectos disciplinares, pasando por indicaciones para el uso de determinados programas o invitaciones a encarar los aspectos pedagógicos de alguna manera en particular.

Al final de cada propuesta, encontrarán el apartado "Propuestas de evaluación" con algunas sugerencias para buscar evidencia del aprendizaje que han alcanzado los estudiantes. Muchas de las secuencias trabajan una parte de un contenido más amplio, por lo que se aconseja que la evaluación se realice un poco más adelante en la cursada de la materia. Estas propuestas de evaluación están pensadas como un insumo para la mejora del trabajo en el aula. Dado que las secuencias están diseñadas en el marco del TPACK, sugerimos evaluar utilizando esta misma modalidad.

A continuación de cada secuencia didáctica, hallarán la "Carpeta de actividades para los estudiantes". Algunas secuencias requieren de la utilización de documentos digitales que pueden ser solicitados por correo electrónico.

Nuestras propuestas son ideas que buscan despertar nuevas ideas. Esperamos que les resulten inspiradoras para enriquecer sus prácticas y los invitamos a adaptarlas a la realidad con los criterios que cada uno de ustedes considere apropiado.

SECUENCIAS DIDÁCTICAS

Secuencia didáctica N.º 1 "Divididos"

SINOPSIS

En esta secuencia didáctica se trabajará un primer acercamiento al proceso de división de células eucariotas. Partiendo del desarrollo de un animal desde el óvulo fecundado, se intenta contextualizar el fenómeno a estudiar –la mitosis– para, después de observado a nivel celular, dividirlo en momentos, describirlos y darles un nombre significativo.

Los propios estudiantes construirán esquemas y descripciones que resuman la información más relevante del proceso, a partir de un vídeo en donde se observan células vivas en división. Para ello, utilizarán fotogramas extraídos del vídeo con el soporte del programa Microsoft Power Point.

Las actividades que integran la secuencia han sido planificadas para que los estudiantes trabajen en equipos de dos integrantes, cada uno con su netbook. La duración aproximada de esta secuencia didáctica es de 120 minutos.

OBJETIVOS

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Observar que las células se dividen y que, de cada división, resultan dos células.
- Identificar que la mitosis es un proceso dinámico, continuo y tridimensional.
- Identificar los cromosomas en el interior de una célula en división, observando que estos se reparten entre las células hijas.
- Construir esquemas de la mitosis aplicando herramientas de Microsoft PowerPoint.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA SECUENCIA DIDÁCTICA

- Se suelen observar dificultades para comprender los caracteres tridimensional y continuo del proceso.
- Se confunden las palabras utilizadas para describir la división celular (multiplicación y división) por resultar contradictorias en el vocabulario habitual de los estudiantes.
- No se logra diferenciar claramente cuándo se produce la división de los cromosomas y cuándo, la de las células.
- No se logra relacionar de manera clara la mitosis y el crecimiento de los organismos pluricelulares.

CONTENIDOS PREVIOS

Para poder llevar a cabo esta secuencia didáctica, los estudiantes deberán conocer el modelo aceptado de la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos y la diversidad celular procariota-eucariota, y también vegetal-animal para lograr identificar a la mitosis como un fenómeno propio de los organismos eucariotas.

ACTIVIDAD 1: CONTEMPLACIÓN GRUPAL DE UN VÍDEO

Consigna para los estudiantes

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Observen el primer vídeo "The Development of a Frog" y describan los fenómenos observados.

Descripción de la actividad

En el vídeo se observa el desarrollo de una rana del género Xenopus, desde el huevo hasta el organismo adulto, pasando por todas las etapas de su desarrollo.

Primero, se muestra a los estudiantes una captura de pantalla del vídeo 1, como la que se ilustra en la Figura 1, en la que se observa un huevo de una rana del género *Xenopus*. Sin aclarar de qué se trata, se les pregunta a los estudiantes: *¿Qué se ve en esta imagen?*

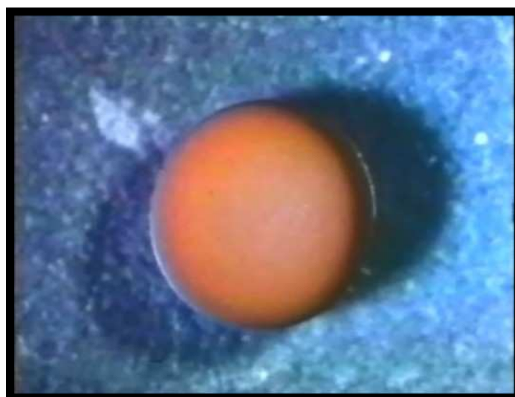


Figura 1. Captura del video 1. Huevo de rana fecundado.

A partir de esta pregunta surgirán respuestas tales como: *una pelota, un huevo, un planeta, etc.*



Figura 2. Captura del vídeo 1, en el que se muestra el desarrollo de una rana, desde el huevo fecundado hasta el adulto.

Luego se observa el vídeo 1 y se discute sobre lo que se ve en los primeros segundos.

Preguntas de guía: *¿Qué es lo que vemos en este vídeo? ¿Con qué comienza? ¿Dónde termina?* Surgirán respuestas tales como: "Vemos cómo crece una rana, desde que es un huevo hasta que llega a adulto", "Vemos una célula que se va partiendo cada vez en más pedazos, hasta que son muchas células", etc.

La finalidad de esta actividad es, por un lado, generar una motivación hacia el fenómeno que luego se observa, y por otro, contextualizar dicho fenómeno, vinculando la división celular con el desarrollo de un organismo pluricelular.

El vídeo permite también apreciar el aspecto tridimensional de las sucesivas divisiones celulares, desde una perspectiva extracelular: la apariencia esférica de las células manifiesta el hecho de que éstas tienen un volumen, y que al dividirse se produce una constricción que da como resultado dos células más pequeñas que la primera.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad puede servir para trabajar los obstáculos relativos a la comprensión de los caracteres tridimensional, continuo y dinámico de la división celular, y la relación entre la mitosis y el desarrollo y la diferenciación en los organismos pluricelulares.

Estrategias TIC utilizadas

Mediante el uso de un vídeo, en esta actividad se observa el desarrollo de un organismo pluricelular. Dicho proceso es imposible de observar en el lapso de una clase de forma directa, debido a su duración y a las escalas visuales implicadas. El vídeo se utiliza para contextualizar el fenómeno y también, como disparador del resto de la secuencia didáctica.

Alcances de esta secuencia

En el vídeo se observa el desarrollo de una rana del género *Xenopus*, desde el huevo hasta el organismo adulto (una particularidad del vídeo es que la rana adulta no pertenece al género *Xenopus*), pasando por todas las etapas de su desarrollo. Se utiliza este organismo ya que sus huevos tienen gran tamaño (aproximadamente 1 mm de diámetro) y sus capas externas son traslúcidas, lo cual permite la observación directa mediante una lupa.

Hay que prestar atención a dos limitaciones de escala en el vídeo, que pueden resultar confusas:

- **Limitación de escalas temporales**: el vídeo tiene una duración de 4 minutos, mientras que el periodo que comprende el desarrollo del huevo fecundado hasta la metamorfosis que origina una rana juvenil dura entre 6 y 8 semanas.

- **Limitación de escalas espaciales**: durante el desarrollo de la rana, la vista del vídeo pareciera no sufrir ningún cambio de escala. Sin embargo, el adulto no es equiparable en tamaño al huevo que le dio origen. Mientras que el huevo tiene 1 mm de diámetro, el adulto llega a medir hasta 12 cm de largo, es decir, aumenta 120 veces.

Este desfasaje en las escalas temporal y espacial, debido a la edición del vídeo, debe trabajarse con los estudiantes para evitar confusiones. Una posibilidad es pedirles una investigación sumaria sobre el desarrollo de *Xenopus*: una rápida búsqueda en la web para averiguar el tiempo total de desarrollo de esta especie y compararlo con la duración del vídeo. Dado que el eje a trabajar es la división celular, se puede buscar información específica de *Xenopus* en cuanto al tiempo que lleva una división celular completa.

Con respecto a la limitación de escalas, pueden dibujar – tanto con un programa sencillo de dibujo como el Paint o en el pizarrón– una esfera de 1mm de diámetro y compararla con otra de 120 mm (12 cm), de manera de dejar en evidencia el aumento de tamaño mayor al 100 %.

El docente también debe tener en cuenta que, durante las primeras divisiones, el tamaño total del embrión no varía, produciendo cada vez más células pero de menor tamaño. Esto podría llevar a la idea confusa de que los ciclos celulares únicamente implican eventos de fragmentación, ya que no se observa en estos primeros momentos un crecimiento en tamaño. Esta posible concepción alternativa puede abordarse también al tratarse el cambio en el vídeo de la escala de visualización entre el huevo fecundado y la rana adulta: no solo se necesitan más células para que la rana crezca, sino además un aumento de tamaño en estas células. Es importante tener presente que, en los primeros estadios del desarrollo del embrión, las células se dividen activa y constantemente, produciéndose únicamente una disminución en su tamaño; cuando ya su número es de varios miles, las células se estabilizan en un tamaño promedio, que deberán alcanzar entre divisiones sucesivas. Para este fin les sugerimos plantear interrogantes a los estudiantes que ayuden a reflexionar sobre la relación entre el tamaño de las células y la nutrición del embrión en desarrollo: *¿el embrión se alimenta de la misma forma a lo largo de su desarrollo?*, *¿cómo se alimentará antes y después de que se forme su sistema digestivo?*, *¿qué debe contener el huevo, que permite que se desarrolle un organismo a partir de él?*, *¿de dónde provienen los nutrientes necesarios para que se desarrolle el embrión?*

Otra particularidad del vídeo que es conveniente tener en cuenta es que en las primeras etapas del desarrollo de *Xenopus* las divisiones celulares son sincrónicas. Sin embargo, posteriormente, las divisiones celulares no ocurren simultáneamente en todas las células de un organismo; muchas células dejan de dividirse, mientras otras pasan por etapas de crecimiento de diferente duración, por lo que la simultaneidad en la división no es una propiedad general de las células de un organismo.



- Les recomendamos usar la pregunta disparadora "¿qué ven en esta imagen?" al comienzo de la actividad, para favorecer el diálogo entre los estudiantes y el surgimiento de propuestas creativas.
- Les sugerimos hacer aclaraciones pertinentes sobre el cambio de escalas temporal y espacial, que puede pasar inadvertido en el vídeo.
- Les proponemos trabajar la idea de que no todas las divisiones celulares son sincrónicas en un organismo.
- Pueden hacer preguntas que lleven a los estudiantes a reflexionar sobre el tamaño celular, los requerimientos energéticos y el modo de obtener alimentos de las ranas a lo largo de su desarrollo.

ACTIVIDAD 2: CONTEMPLACIÓN GRUPAL DE UN VIDEO

Consignas para los estudiantes

Observen el segundo vídeo, "Células por dentro". Se filmaron las mismas células que en el que vimos antes, pero ahora se muestra un proceso importante que ocurre dentro de ellas. Describan lo observado.



Figura 3. Captura del segundo vídeo, en el que se muestran células animales en división. Mediante una tinción con orceína, se pueden visibilizar los cromosomas y las membranas externas de la célula.

Descripción de la actividad

En el segundo vídeo se observa la división celular desde el interior de la célula. Mediante una técnica de tinción y con el uso de microscopía se observa la presencia de entidades que no se veían en el vídeo anterior: los cromosomas. Al final del vídeo se observa cómo, luego de separarse los cromosomas, la célula se divide dando origen a dos células hijas.

Desde una perspectiva didáctica de la enseñanza por indagación, se propone introducir terminologías científicas o del campo en estudio que son nuevas para el estudiante una vez que haya logrado familiarizarse con el fenómeno a estudiar y construido sus propias conceptualizaciones sobre él. Por este motivo, se sugiere no emplear la palabra *cromosoma* prematuramente. Luego de observar el video se pide a los estudiantes que describan lo que observan y se sugiere retomar las palabras utilizadas por ellos para describir a estos cuerpos que se separan en la división celular. Pueden surgir palabras como "gusanos" "fideos" "cosas" etc. En esta etapa de trabajo no es importante la terminología específica, sino la descripción del fenómeno.

La finalidad de esta actividad es mostrar, por primera vez, los cromosomas desde un punto de vista fenomenológico: son "algo" que se mueve y se reparte entre las células que se originan luego de una división. La segunda parte del vídeo se propone que los estudiantes comprendan que hay dos procesos de división: uno interno –cuando se separan los cromosomas– y otro externo, cuando se divide una célula en dos células. Estos procesos son sucesivos y no, simultáneos. Se sugiere realizar las preguntas que disparen esta discusión, tales como: *¿qué se separa primero: los cromosomas/fideos/gusanos (el nombre que los estudiantes les hayan dado)?, ¿las células?, ¿se trata de procesos simultáneos?*

Es muy importante tener en cuenta que, si bien es clave no introducir terminología nueva de manera prematura, el uso de analogías debe ser tomado con mucha cautela por parte del

docente. Una vez trabajados los aspectos más relevantes del fenómeno, asociándolo a alguno conocido por parte de los estudiantes (como gusanos o fideos) debe identificarse estos cuerpos con la palabra *cromosomas,* mencionando su etimología: viene de los vocablos griegos *chroma* (color) y *soma* (cuerpo), es decir, que significa "cuerpo que toma color". En ese caso, puede hacerse una referencia a las técnicas que permiten su visualización[1]. También debe tenerse la precaución de dejar en claro que, a diferencia de los gusanos, los cromosomas no están vivos.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Al igual que la actividad 3, prepara a los estudiantes para pensar la mitosis como un proceso continuo, en el que las fases son conceptualizaciones discretas, pero no, entidades reales. Para reflexionar acerca de lo arbitrario de estas construcciones, en la actividad siguiente los estudiantes podrán elegir qué aspectos consideran relevantes en fotogramas seleccionados a partir de este vídeo.

A través de esta actividad, los estudiantes pueden entender la diferencia de escala entre células y cromosomas, y el hecho de que los últimos se encuentran siempre contenidos en el interior de las células.

Estrategias TIC utilizadas

La utilización de un vídeo de una célula atravesando la mitosis es particularmente útil para entender el carácter dinámico de este proceso. Además, la utilización del vídeo es el disparador de la actividad siguiente y permite vincular la mitosis con el desarrollo de un organismo, que se muestra en la primera.

La observación experimental de cromosomas en detalle presenta distintos obstáculos en el ámbito escolar. Por un lado, es necesario contar con un laboratorio, realizar preparados de células en división, contar con los colorantes adecuados y tener microscopios que permitan realizarla (se requieren lentes de gran aumento, que suelen ensuciarse o rayarse fácilmente). Pero aun si se contara con estos materiales, los preparados mitóticos se realizan con células fijadas: son manifestaciones estáticas de un proceso dinámico, en las que cada célula se encuentra detenida en un momento del ciclo celular. El uso de vídeos puede hacer accesible la observación detallada de los cromosomas, al tiempo que refleja con fidelidad el aspecto dinámico de la mitosis.

Alcances de esta secuencia

En el vídeo, se observa que los cromosomas se dividen y luego lo hace la célula dando origen a dos células hijas. Estas células hijas quedan en una fase en la que no hay procesos de división celular sino crecimiento, cuando transcurre la mayor parte del tiempo de vida de la célula, y a partir de la cual reanudará una nueva división celular. Este vídeo no refleja el aspecto cíclico de la vida de las células, lo que podría constituir una concepción alternativa en el aprendizaje del ciclo celular, aspecto que puede ser abordado en clases posteriores.

---

[1] Consultar Atlas de Histología Vegetal y Animal. Depto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo.



- Les recomendamos evitar los nombres científicos de las fases de la mitosis, ya que en esta secuencia didáctica se pretende que los estudiantes trabajen sobre cinco momentos en los que deben describir y nombrar ellos mismos lo que observan.
- Estén atentos a no introducir terminologías nuevas de manera prematura. No obstante, con respecto al concepto cromosomas, el docente puede evaluar si luego de que los estudiantes eligen el nombre y logran identificar estos cuerpos (y describir a grandes rasgos su comportamiento), adoptan la palabra cromosomas mencionando su etimología (viene de los vocablos griegos chroma (color) y soma (cuerpo), o sea, significa cuerpo coloreado). En ese caso, puede hacer una referencia a las técnicas que permiten su visualización.
- Les sugerimos aclarar que la mitosis es un proceso tridimensional, mientras la apariencia de este vídeo es bidimensional, ya que en realidad se trata de un artefacto de la técnica de microscopía. Las células tienen volumen y los cromosomas se disponen y mueven en ese espacio tridimensional.

ACTIVIDAD 3: ORDENAMIENTO DE UNA SECUENCIA DISCRETA

Consigna para los estudiantes

A partir de lo observado en el vídeo 2, ordenen la siguiente secuencia de imágenes en forma cronológica.

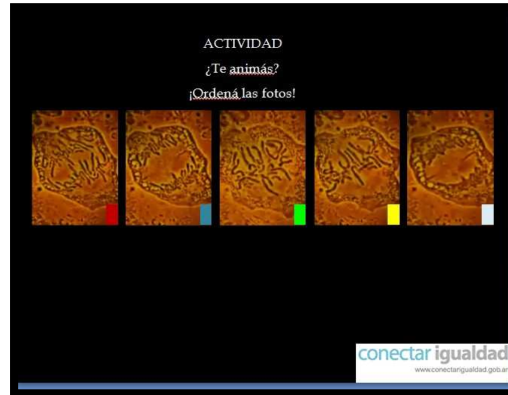


Figura 4. Secuencia de imágenes para ordenar.

Descripción de la actividad

Se brinda una serie desordenada de cinco fotogramas tomados del vídeo 2. Estas imágenes muestran distintos momentos del proceso de división celular. Se les pide a los estudiantes que se agrupen en parejas, de manera que uno de ellos manipule la reproducción del vídeo mientras el otro maneja el ordenamiento de la secuencia. Cada foto se encuentra referenciada por un código de color para evitar el uso de terminologías específicas. Se habla de “momento verde, momento azul, etc.”.

Esta actividad tiene como finalidad que, a partir de un vídeo que muestra el desarrollo de un fenómeno dinámico de forma ininterrumpida (*secuencia continua*), los estudiantes puedan reconstruir una secuencia discreta, como una forma de resumir el proceso en momentos representativos.

Estrategias TIC utilizadas

La captura de pantalla y su posterior secuenciación es una estrategia que nos permite profundizar el análisis de procesos observados en un vídeo. Requiere una observación activa del material por parte del estudiante. Esta estrategia se podría extrapolar a otros vídeos en los que se observe un proceso continuo que se quiera ordenar en etapas discretas.

Por otro lado, esta es una actividad puente, que nos permite vincular un proceso dinámico (representado en el vídeo anterior) con una secuencia discreta que será la base sobre la que se desarrollará la continuación de esta propuesta de enseñanza.



- Los fotogramas están diferenciados por colores de manera de no utilizar un doble criterio de orden en la misma imagen. Si utilizáramos letras o números, estaríamos introduciendo otro criterio de clasificación que podría ser confuso. Usar colores o símbolos nos permite evitar esta complicación.
- Una opción interesante sería que fueran los propios estudiantes los que armaran esta diapositiva a partir de sus propias capturas del vídeo. Esto permitiría trabajar los criterios que permiten diferenciar un momento del siguiente y discutir sobre las similitudes y diferencias entre las imágenes obtenidas por distintos grupos.
- Los fotogramas azul y blanco son muy parecidos. En el último, si se observa con cuidado, se ve cómo los cromosomas comienzan a disgregarse. Se los incorporó adrede para disparar la discusión sobre qué los diferencia. Es probable que haya diferentes posturas en los grupos, estas se trabajarán en la actividad 4.

ACTIVIDAD 4: PRODUCCIÓN DE ESQUEMAS

Consigna para los estudiantes

Primera parte
De cada imagen de la secuencia ordenada en la actividad 3, calquen la membrana celular y las estructuras que consideren más significativas en función del proceso que se está estudiando.

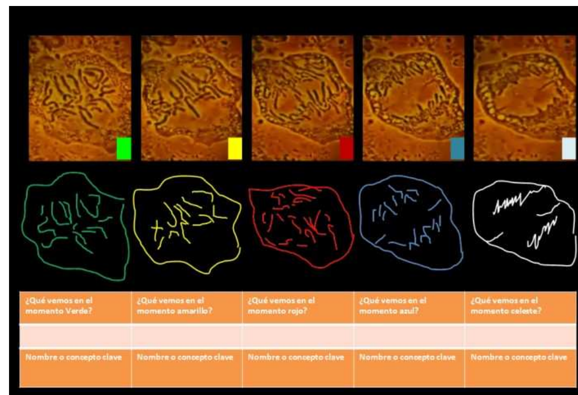


Figura 5. Ejemplo de esquemas realizados por estudiantes.

Segunda parte
Completen la tabla con una frase corta que describa lo que se observa en cada momento y pongan a esos momentos nombres que les resulten significativos.

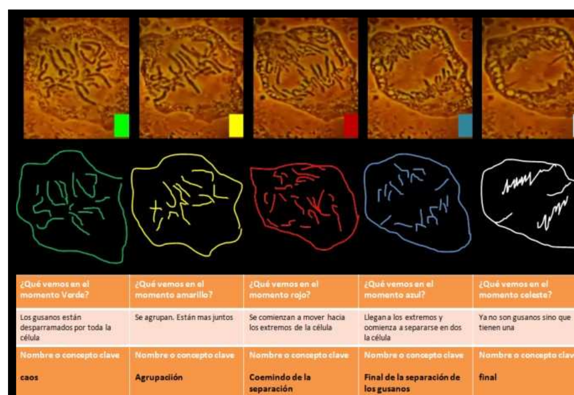


Figura 6. Ejemplo de esquemas y tabla realizados por estudiantes.

Descripción de la actividad

En la primera parte de la actividad, utilizando la herramienta "rotulador" sobre la presentación en PowerPoint, se pide a los estudiantes que calquen las imágenes sobre los fotogramas ya ordenados. Se busca que distingan principalmente la membrana que define los límites externos de la célula y los cambios en los cromosomas. Luego se separa el resaltado de las fotos, quedando en la pantalla sólo los esquemas que ha armado cada estudiante.

Se pueden utilizar diferentes colores para cada fotograma, de manera de vincular cada momento con un color específico.

Este paso tiene como finalidad que los estudiantes armen sus propios esquemas del proceso, en función de destacar los aspectos más relevantes, para poder luego describir esas etapas.

En la segunda parte, se realiza una puesta común sobre los rasgos distintivos de cada uno de los fotogramas. Luego, se pide que completen la tabla individualmente, describiendo las etapas que involucra cada imagen y nombrándolas.

La descripción deberá ser breve. El nombre debe contener pocas palabras y expresar la característica distintiva de cada etapa en función de lo observado. Se toman como referencia inicial algunos ejemplos, pero sobre todo se insta a los estudiantes a ser creativos y utilizar analogías. El ejercicio de descripción de lo observado implica un proceso de abstracción por parte de los estudiantes. Se requiere un rol muy activo del docente, que facilite la comprensión de la consigna y su desarrollo.

La finalidad de esta segunda parte es que cada estudiante realice su propia descripción del fenómeno en estudio. La actividad como un todo pone en juego la capacidad de observación y de abstracción (al retener únicamente lo que se considera relevante), así como el uso de analogías para conceptualizar un fenómeno complejo.



La herramienta Rotulador está disponible en Microsoft PowerPoint, pero no en todos los visores de presentaciones. En caso de utilizar un programa que no lo tenga, se deberá adaptar esta actividad a recursos disponibles (por ej.: se puede realizar el calcado con algún editor de imágenes sencillo).

- Se puede conocer más sobre esta herramienta en el siguiente tutorial Link



- Se pueden usar como disparadores algunas analogías, como por ejemplo relacionar el movimiento de los cromosomas con jugadas de fútbol o con la coreografía de una danza.
- La habilidad de describir lo que se observa en una imagen es una capacidad que debe enseñarse y ejercitarse. No resulta sencillo explicar por escrito, en forma breve, lo que se observa. Esta habilidad es crucial en la alfabetización científica y es muy importante trabajarla con los estudiantes para favorecer el desarrollo de esta capacidad cognitiva.
- Sugerimos señalar que el esquema es una *representación* del fenómeno y no, el fenómeno en sí mismo porque, por un lado, no es continuo como se presentaba en el vídeo, y por otro, no contempla todo lo que contienen las fotos.
- Al calcar el último fotograma, los estudiantes se encontrarán con que los cromosomas ya no están tan definidos.

Estrategias TIC utilizadas

La materia prima de esta actividad son fotogramas, extraídos de un vídeo, que representan células reales durante el proceso de división celular. La posibilidad de trabajar con imágenes como punto de partida para elaborar esquemas propios permite trabajar los conceptos de manera constructivista.

Definiremos la *imagen* como una producción material humana concreta, objetiva y subjetiva, basada en datos sensoriales, que se realiza para conocer y producir conocimiento, comunicar y producir comunicación, crear y recrear el mundo exterior en el mundo interior del hombre (y viceversa). La interpretación de las imágenes es *idiosincrática,* porque el observador dota de significado a la imagen, como sujeto activo que procesa la información que esta le transmite (Torres Vallecio 2007).

Los procesos biológicos en general, y la división celular en particular, ocurren de manera dinámica, continua y regulada. La comprensión de estos aspectos se ve enormemente facilitada mediante la observación. Observar activamente e interpretar lo observado son dos competencias científicas que se aprenden y, por lo tanto, deben ser enseñadas y ejercitadas.

Con esta secuencia didáctica, particularmente en la actividad 4, se espera que los estudiantes comprendan el mecanismo de construcción de modelos científicos y esquemas teóricos que dan cuenta de procesos: se parte de un proceso continuo y se aborda su análisis en etapas representativas, pero arbitrarias.

Alcances de esta secuencia

Se debe tener en cuenta que solo estamos observando el comportamiento de los cromosomas, al margen de lo que ocurre con otras estructuras celulares relevantes en la mitosis (microtúbulos, membrana nuclear, nucléolos, etc.). Se podría avanzar en el armado del esquema sumando información sobre estas estructuras, obtenida de otras fuentes (por ejemplo, vídeos similares en donde se haya teñido al citoesqueleto).

Para profundizar el tema

Esta secuencia didáctica puede continuarse con una explicación de las fases de la mitosis desde el punto de vista de lo que sucede con los cromosomas, que se deben repartir equitativamente entre las células hijas. Se puede preguntar qué pasaría con el número de cromosomas luego de sucesivas divisiones, como punto de partida para comentar que estos se duplican durante la interfase y, por eso, el número se mantiene constante mientras la célula no está en división. En ese punto puede trabajarse el concepto de *cromátidas hermanas*, el par de copias idénticas de un cromosoma que permanecen unidas desde la duplicación hasta la anafase.

Luego, pueden trabajarse las fases de la mitosis, sobre la base de que se trata de un proceso continuo, en el que la comunidad científica eligió cuatro convenientemente momentos discretos que nombró según ciertas características distintivas, de forma análoga a lo que hicieron los estudiantes en la secuencia didáctica.

Una vez identificadas las fases, se puede realizar un trabajo de observación y cuantificación de fases en preparados de células en división. Esto puede realizarse con facilidad en el laboratorio, haciendo crecer raíces de cebolla, o con fotos de preparados.

A partir de esta cuantificación, se pueden calcular el *índice mitótico* –proporción de células en división sobre células totales– y el *índice de cada fase* –proporción de células en una fase de la mitosis sobre el total de células en división. Estos índices, además de reflejar las diferencias relativas de duración de cada fase, se pueden usar para abordar contenidos como la *genotoxicidad* de ciertas sustancias –detienen a las células en un determinado momento del ciclo celular o alteran las duraciones relativas de las fases.

Posteriormente, se puede trabajar con esquemas, extraídos de libros, que representen la mitosis involucrando muchos más actores –microtúbulos, cromátidas hermanas, centriolos, etc.– que los que se pueden ver en el vídeo. Es importante que los estudiantes entiendan que estos esquemas contienen una gran cantidad de información que ha sido estudiada por separado y luego volcada en un esquema único. La actividad que ellos realizaron les permite identificar cuáles fueron los primeros pasos realizados de este proceso. Se puede avanzar en la construcción de un modelo escolar sencillo, agregando información sobre otras estructuras involucradas en el proceso, como microtúbulos o membrana nuclear, o simplemente, discutir sobre toda la información no trabajada en esta secuencia didáctica que permite caracterizar el proceso.

Por último, se puede discutir con los estudiantes qué estará ocurriendo con las demás organelas en la división celular: ¿por qué no observamos las mitocondrias ni el aparato de Golgi en estos vídeos? ¿Qué ocurriría si una de las células hijas no contara con mitocondrias u alguna otra organela? ¿Por qué hemos decidido no prestar atención a las organelas y otras estructuras celulares y nos centramos en el comportamiento de los cromosomas?

Al enseñar los procesos celulares, es muy importante que los estudiantes logren percibir la célula como un organismo que posee las características inherentes a los seres vivos: crecer, reproducirse y morir. Es recomendable, para dar una idea acabada, trabajar con el ciclo celular incluyendo como contenido la muerte de la célula, la *apoptosis*.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Esta secuencia está diseñada para iniciar un camino que puede continuarse por múltiples vías, algunas de las cuales acabamos de sugerir. Sin embargo, queda claro que se trata de una secuencia didáctica de introducción de un tema: se aborda la división celular como fenómeno al que se irá cargando de significado conforme los estudiantes construyan sus propios esquemas de pensamiento, guiados por las propuestas que lleva el docente.

Por esta razón proponemos una evaluación de tipo procedimental, en la cual el docente podrá evaluar el desarrollo de la comprensión del tema por parte del estudiante durante el desarrollo de toda la actividad. Se puede pedir a los estudiantes que completen la diapositiva con sus esquemas, las descripciones y los nombres de cada momento, y entreguen al docente todo este material. Sugerimos hacer una devolución escrita de cada producción (ver preguntas guía al final de este apartado), pidiendo que completen los esquemas y/o descripciones en caso de ser necesario, aunque estos aspectos pueden trabajarse durante el desarrollo mismo de la secuencia. El aspecto más importante a tener en cuenta al evaluar las producciones es que las descripciones sean completas y den cuenta de lo observado en cada fotograma con respecto a la ubicación de los cromosomas.

Otra posible evaluación consiste en que los mismos estudiantes corrijan las producciones de sus compañeros: intercambiando al azar el material y según pautas de corrección del docente. Se les puede brindar una guía de preguntas que faciliten una devolución del trabajo de su compañero.

Guía de preguntas para la corrección de los esquemas

¿Considerás que están completos los esquemas realizados? ¿Muestran todo lo que se nombra en las descripciones? ¿Qué aspectos podrían mejorarse?

¿Son completas las descripciones de cada fotograma? ¿Podrías hacer alguna sugerencia al respecto?

¿Te pareció que los nombres o títulos seleccionados para cada fotograma resumen los acontecimientos que se observan?

¿Qué fue lo que más te gustó del trabajo que te tocó evaluar?

¿Qué sugerirías a tu compañero para mejorarlo?

La evaluación final de cada estudiante tendrá en cuenta ambas situaciones: la producción propia y la devolución del trabajo de un compañero. Este tipo de estrategias de evaluación por

pares permite a los estudiantes realizar una metarreflexión sobre los contenidos trabajados y sobre los criterios que deben cumplirse para que la evaluación sea satisfactoria.

CIERRE DE LA SECUENCIA

Como actividad de cierre de toda la secuencia, proponemos un ejercicio de metarreflexión con los estudiantes para resumir los pasos realizados. Comenzaron observando un fenómeno: la división celular, fundamental para el desarrollo de los organismos pluricelulares. Posteriormente, realizaron una descripción propia de este fenómeno. En primer lugar, lo secuenciaron en momentos discretos, que luego caracterizaron y confeccionaron un esquema. Finalmente, dieron nombres a estos momentos, nombres que surgieron como una síntesis de lo observado.

Todos estos pasos son análogos al recorrido hecho por los científicos que caracterizaron este fenómeno y aportaron modelos fundamentales para consolidar la teoría celular vigente actualmente. Este ejercicio reflexivo permitirá a los estudiantes comprender cómo fue el proceso de construcción de estos conceptos. Sugerimos como cierre de toda la secuencia, un vídeo de Ted Education, sobre la teoría celular.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia.*

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Contemplación grupal de un vídeo

Observen el primer vídeo "The Development of a Frog" y describan los fenómenos observados.

Actividad 2: Contemplación grupal de un vídeo

Observen el segundo vídeo, "Células por dentro"*. Se filmaron las mismas células que en el que vimos antes, pero ahora se muestra un proceso importante que ocurre dentro de ellas. Describan lo observado.*

Actividad 3: Ordenamiento de una secuencia discreta

A partir de lo observado en el vídeo 2, ordenen la siguiente secuencia de imágenes en forma cronológica.

Actividad 4: Producción de esquemas

Primera parte
De cada imagen de la secuencia ordenada en la actividad 3, calquen la membrana celular y las estructuras que consideren más significativas en función del proceso que se está estudiando.

Segunda parte
Completen la tabla con una frase corta que describa lo que se observa en cada momento y pongan a esos momentos nombres que les resulten significativos.

Secuencia didáctica N.º 2 "¡A bucear!"

SINOPSIS

En esta secuencia didáctica se presenta a los estudiantes un vídeo en el que un buzo se sumerge en el agua sosteniendo un vaso de precipitados invertido. A medida que aumenta la profundidad, y con ella la presión sobre el cuerpo de aire dentro del vaso, se observa cómo este se va comprimiendo.

Proponemos hacer en primera instancia un análisis cualitativo del fenómeno, para luego pasar a un análisis cuantitativo que permitirá trabajar con distintos modelos matemáticos para ajustar los pares de valores de presión y volumen del aire tomados del vídeo. Luego de una serie de actividades, el docente recupera un modelo conocido como la ley de Boyle-Mariotte para los gases ideales. Para el procesamiento de los datos extraídos del vídeo y su ajuste mediante distintas funciones proponemos usar el programa Geogebra.

En caso de trabajar con estudiantes del ciclo básico sugerimos tomar esta propuesta hasta actividad 3, como parte de una secuencia en la que se traten las propiedades de los gases.

OBJETIVOS

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Describir el comportamiento de un fenómeno natural.
- Analizar el mismo fenómeno de manera cualitativa.
- Identificar la relación que existe entre las variables presión y volumen, para un sistema gaseoso a nivel macroscópico.
- Formular una expresión algebraica que permita comprender la relación entre las variables presión y volumen, a través del análisis de datos y gráficos, utilizando herramientas TIC apropiadas.
- Identificar en la Ley de Boyle-Mariotte una generalización de la expresión deducida en la clase.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA

120 minutos.

CONTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS NAP

En esta clase se trabajarán los contenidos relacionados con el comportamiento de la materia en estado gaseoso. En particular, se analizará la dependencia del volumen con la presión. Además, se realizará un análisis cuantitativo para arribar a una de las leyes que permiten interpretar el comportamiento de los gases: la Ley de Boyle-Mariotte. Estos contenidos forman parte de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) vigentes:

- La búsqueda, organización y utilización de información relacionada con temas científicos y contenida en distintos soportes y formatos.
- La elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas o de la información disponible, dando explicaciones o interpretando un fenómeno a partir de un modelo científico pertinente.
- En relación con los fenómenos del mundo físico:
- Introducción a la descripción corpuscular de la materia para interpretar variables macroscópicas como volumen, presión y temperatura.
- La comprensión de que los fenómenos físicos pueden ser modelizados y descriptos a través de expresiones matemáticas.

CONTENIDOS PREVIOS

Esta clase ancla en los conceptos relacionados con el estado gaseoso y sus características. No es un prerrequisito que los estudiantes manejen la teoría corpuscular de la materia, ya que en esta clase se trabajará desde lo macroscópico.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Se ha encontrado que algunos estudiantes:

- Pueden tener dificultades para concebir los gases como materia o, al menos, imaginarlos de forma análoga a sólidos y líquidos, ya sea porque no son conscientes de su existencia, o bien porque se los percibe como una categoría específica de materia, dotada de propiedades particulares (por ejemplo, la de no tener peso).

- Aplican la ley de los gases a sistemas no gaseosos.

- Presentan dificultades para comprender el uso de los modelos en ciencias naturales.

ACTIVIDAD 1: VÍDEO DEL FENÓMENO A ESTUDIAR

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Consigna para los estudiantes

Describan el fenómeno que muestra el vídeo "¡A bucear!" y detallen lo que le sucede al gas en el interior del recipiente.

Descripción de la actividad y su finalidad

Se pide a los estudiantes que reproduzcan en sus computadoras el vídeo "¡A bucear!".

El vídeo muestra a un buzo que se sumerge en el mar, sosteniendo un vaso de precipitados invertido, que está lleno de aire (ver figura 1).



Figura 1 Fotogramas del vídeo utilizado en la secuencia didáctica. En los dos últimos se puede ver el volumen ocupado por el aire atrapado dentro del vaso a diferentes profundidades.

El docente puede proponer las siguientes preguntas a toda la clase:

¿Qué se está viendo en el vídeo?
¿Qué hay dentro del recipiente?
¿Dónde se ubica el agua y dónde, el aire?
¿Qué ocurre con la presión a medida que el buzo se sumerge?
¿Qué ocurre con la burbuja de aire a medida que cambia la presión?

Tienen el propósito de consensuar que el volumen de la burbuja de aire contenida en el recipiente disminuye a medida que aumenta la presión a la que está sometida.

Al observar el vídeo se puede confundir el lugar que ocupa el sistema gaseoso dentro del recipiente sumergido en agua. Es importante sostener esta discusión y llegar a un acuerdo al respecto.

Para afirmar cuál de las dos fases que se observan es la que corresponde al aire, podemos acudir a distintos conocimientos que exceden lo que estamos observando. Por ejemplo, alguien podría argüir que siendo el aire menos denso debería estar arriba, ya que la densidad del aire es unas mil veces menor que la del agua. Una explicación basada en la refringencia de la luz sería igualmente válida: las imágenes "se deforman" donde el medio "cambia".



Esta discusión sobre "lo que vemos" puede servir para poner en evidencia la diferencia entre observación e inferencia o interpretación. La interpretación no es pura observación, sino que implica una hipótesis tácita. Lo que queremos decir es que la interpretación de un fenómeno depende del marco teórico desde el cual lo miremos, por lo que toda observación implica una carga teórica. Aunque en este ejemplo podemos, finalmente, "ponernos de acuerdo" sobre una de las dos interpretaciones, hay otros ejemplos en que esto no es tan sencillo. Incluso en nuestro caso, si les mostráramos este mismo vídeo, ¿acaso un buzo profesional y un físico verían "lo mismo"?

En este primer momento se discuten las observaciones en forma cualitativa. Sugerimos buscar que se reconozca que el volumen de la burbuja disminuye a medida que aumenta la presión registrada por el manómetro que lleva el buzo. Se enfoca luego la atención de la clase en la relación cuantitativa entre estas dos variables del sistema (volumen y presión). Surgirá entonces la necesidad de realizar mediciones para lograr un análisis más profundo de la situación.



Es importante en este punto de la clase establecer la medición como una de las características metodológicas de las ciencias naturales. La pregunta por el aspecto cuantitativo del problema sustenta el trabajo posterior con distintos modelos matemáticos, y, por lo tanto, debe aparecer como una necesidad para profundizar el estudio. Para plantearla se puede preguntar a la clase, por ejemplo: *¿Habrá alguna forma de saber cuánto va a cambiar el volumen del aire si ocurre un cambio en la presión?*

Son comunes, asimismo, planteos según los cuales el volumen del aire disminuye al aumentar la presión porque se estaría disolviendo en el agua. Cuando surge esta inquietud, es importante aclarar que nuestro vaso de precipitados no es un sistema cerrado, sino que el cuerpo de aire podría, en principio, disolverse por completo en el mar si se le diera el tiempo suficiente. En realidad, esto no ocurre porque es razonable suponer que el agua, a estas profundidades (menos de 10 m), está saturada en aire o muy cerca de estarlo. Si se pasa a la actividad 2 sin haber establecido la necesidad de medir, es probable que esta quede desconectada y no resulte significativa.

Esta actividad tiene como finalidad que los estudiantes:

- Observen en un vídeo el fenómeno de compresión de una muestra de aire al aumentar la profundidad a la que se mide su volumen, y expliciten sus ideas sobre el porqué del fenómeno.

- Realicen un primer análisis cualitativo de la situación, que luego será profundizado por medio del análisis cuantitativo.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta primera actividad de aproximación a la situación experimental y al sistema de estudio nos brinda la posibilidad de recuperar algunas ideas previas sobre el comportamiento de los gases. La referencia a la densidad nos permite mencionar el hecho de que los gases tienen masa, propiedad constitutiva de toda la materia; a la vez que su comparación con la densidad de un líquido nos permite trabajar sobre las propiedades de distintos estados de la materia.

Estrategias TIC utilizadas

La elección de un vídeo que representa una situación real tiene como objetivo poner de manifiesto que lo que se está estudiando es, justamente, el comportamiento de los gases en la naturaleza. Insistimos en este aspecto por sus derivaciones didáctico-epistemológicas, en tanto partimos de un sistema real, sobre el cual establecemos finalmente una ley que es estrictamente válida para gases *ideales*. No sería lo mismo, en este sentido, usar un simulador en lugar del vídeo. Aunque hay muchos simuladores disponibles que representan satisfactoriamente la compresión de un gas ideal, no pueden reemplazar la observación directa del fenómeno, por el hecho de tratarse de idealizaciones. El significado que la ley de Boyle-Mariotte tendría tras haberla deducido a partir de un modelo es muy diferente al que se origina en la observación empírica. Este es un ejemplo de cómo distintos usos de la tecnología reflejan posturas didácticas distintas. Por otro lado es esperable que, tras haber introducido en base a una experiencia concreta las variables presión y volumen, los estudiantes puedan construir genuinos significados para esta variables, algo muy difícil de lograr en aquellos modelos de enseñanza que priorizan la resolución de problemas numéricos.

ACTIVIDAD 2: ANÁLISIS CUALITATIVO

Consignas para los estudiantes

A continuación, realizaremos un análisis numérico de los datos que ha recopilado el buzo, los cuales aparecen sobreimpresos en el vídeo. En parejas, vuelvan a ver el vídeo "¡A bucear!" para extraer los datos acerca de la presión y el volumen, datos que registrarán en una planilla de cálculo del programa GeoGebra.

Hagan un gráfico de los datos experimentales. ¿Observan algún tipo de orden en la distribución de los valores? ¿Cuál?

Dibujen una línea recta sobre el gráfico y acomódenla de forma tal que pase lo más cerca posible de los datos.

Descripción de la actividad y su finalidad

Los estudiantes se agruparán en parejas para que un integrante manipule la reproducción del vídeo mientras el otro registra los datos de presión y volumen en dos columnas de la planilla de cálculo del GeoGebra. A continuación, se les pide que realicen una representación gráfica de los datos experimentales, a saber, volumen de la burbuja de aire en función de la presión (ver figura 2A).

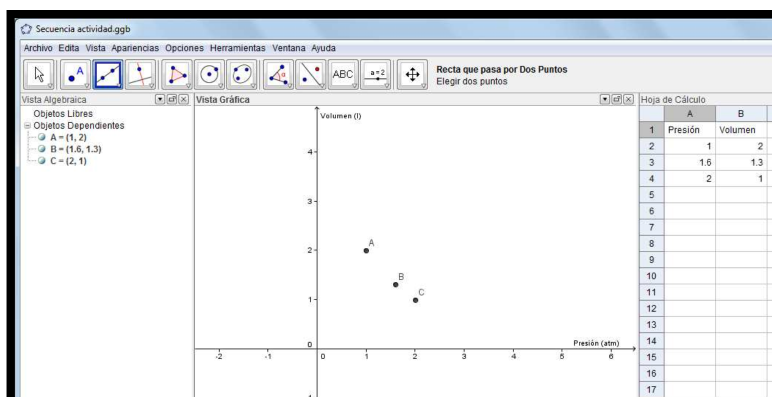


Figura 2A: Imagen de la impresión de pantalla del programa Geogebra con el registro de los datos y la construcción del gráfico de volumen de la burbuja en función de la presión.

Dada la alineación de los datos, en la puesta en común se menciona que la recta es un buen descriptor del comportamiento de los datos que se tienen para ese rango de valores (ver Figura 2B). Este modelo es, además, normalmente considerado como el más sencillo con lo cual se lo adopta utilizando el criterio de parsimonia. Por último, se les indica a los estudiantes que dibujen una línea recta sobre el gráfico y la acomoden sobre los datos.

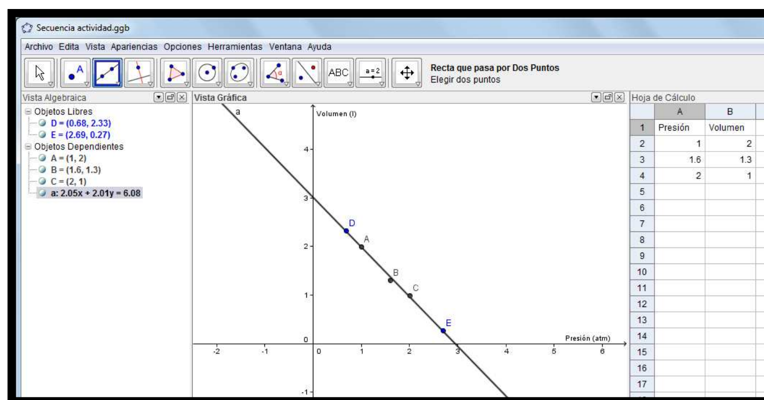


Figura 2B: Imagen de la impresión de pantalla del programa *Geogebra* con la regresión lineal. Los puntos D y E no son puntos experimentales, sino que han sido introducidos para graficar la recta.



Esta actividad también se puede realizar con otras planillas de cálculo. En este caso, se deberá prestar particular atención en la selección del tipo de gráfico elegido para presentar los datos. Al tratarse de datos medidos experimentalmente, en el programa Excel, por ejemplo, se debe elegir un gráfico tipo Dispersión XY.

Una vez obtenido este modelo lineal, podemos utilizarlo para responder a un caso particular de la pregunta referida al cambio del volumen del aire con la presión, estimando el volumen correspondiente a un valor arbitrario de P que se ubique *entre* las mediciones disponibles: *¿podrían decir cuál será el volumen de la burbuja a 1,2 atm?* Luego se puede problematizar su validez general preguntando: *¿qué ocurriría con el volumen del gas a presiones mayores a 3 atm? ¿Qué necesitarían para poder plantear un mejor modelo de la situación?* Estas interrogaciones permiten una primera aproximación a la evaluación del modelo lineal, y también determinar en qué rango de valores resulta útil y en cuál, inadecuado; por ejemplo, por encima de las 3 atm de presión, donde predice volúmenes negativos para el cuerpo de aire.

Ante la pregunta: *¿cómo harían para saber el valor de presión que estimaron antes con mayor certeza?,* surgirá la necesidad de contar con un número mayor de mediciones, especialmente cercanas al punto donde se está haciendo la estimación, para poder establecer un modelo más adecuado.



Es importante destacar el hecho de que el modelo lineal es un buen descriptor de la tendencia que siguen los tres datos graficados, más allá de que otras consideraciones permiten anticipar que no servirá para otras presiones a las que no hemos hecho observaciones.

Esta actividad tiene como finalidad que los estudiantes:

- Trabajen colaborativamente
- Analicen los datos obtenidos mediante un modelo matemático de función lineal, relacionando el modelo con el fenómeno observado.
- Hagan una evaluación crítica de las limitaciones del modelo lineal en cuanto a su validez general, más allá de la concordancia aparentemente buena con los datos medidos.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Al quedar establecido claramente el sistema de estudio a partir de una situación concreta, en esta actividad hemos planteado la construcción de un modelo posible para interpretar su comportamiento. Así, podemos esperar que la vinculación entre sistema real y modelo científico resulte significativa.

Estrategias TIC utilizadas

En esta ocasión, el vídeo se utiliza con el objetivo de transmitir información, dado que proporciona los datos experimentales a analizar. Podemos considerarlo como el registro de un experimento; en este sentido, suplanta una experiencia que sería difícil de llevar a cabo en el aula sin equipamiento específico. Aunque el volumen puede medirse con elementos accesibles como una jeringa, medir la presión a que se encuentra sometido el aire requiere de otros instrumentos que no siempre están presentes.

En esta actividad y en las siguientes se utiliza el programa GeoGebra, que facilita el trabajo con datos, su visualización en gráficos y su procesamiento. Con este programa, los alumnos pueden representar gráficamente los datos extraídos del vídeo.

El uso de la computadora como herramienta para la confección de gráficos permite evitar una serie de errores que pueden originar confusión llegado el momento de interpretar los resultados.

ACTIVIDAD 3: ANÁLISIS CUANTITATIVO

Consignas para los estudiantes

1. *Agreguen a la planilla los datos que se encuentran en el archivo de Word "Datos adicionales".*

Presión	Volumen
1.20	1.71
1.39	1.41
1.78	1.11
2.18	0.91
2.37	0.86
2.57	0.81

Tabla 1. Datos adicionales entregados a los estudiantes

2. *Grafiquen la totalidad de los datos. Ensayen nuevos ajustes de la distribución del conjunto de datos experimentales empleando distintos modelos matemáticos y elijan el ajuste que les resulte más conveniente*

Descripción de la actividad y su finalidad

En el caso de estar trabajando con estudiantes del ciclo superior, en una segunda etapa de trabajo se planteará como una necesidad una nueva serie de mediciones. Estos datos corresponden al mismo experimento, ubicándose algunos entre los puntos ya graficados y otros, por fuera del rango anterior de observación, hacia la zona de mayores presiones. Al agregar estas mediciones al gráfico, se observa a simple vista que la recta ya no es un buen modelo para interpretar la totalidad de los puntos.

Se les indica a los estudiantes que copien los datos adicionales en la hoja de cálculo de GeoGebra que ya tienen abierta. Luego se los invita a buscar diferentes ajustes matemáticos para analizar cuál de ellos describe en forma más robusta el fenómeno visto en el vídeo (ver figura 3).

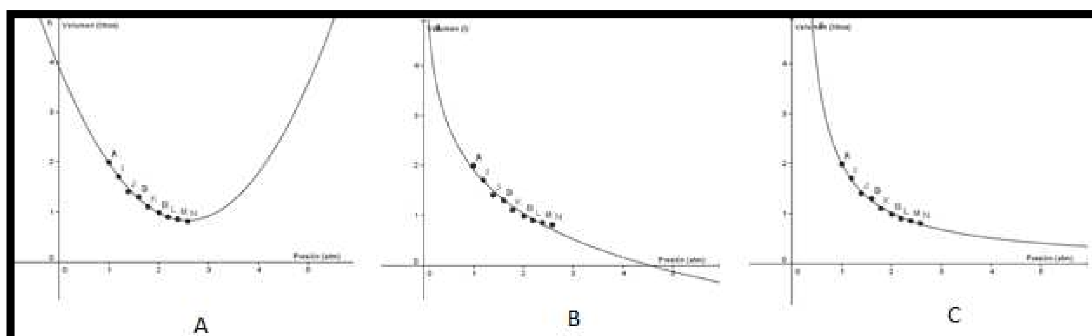


Figura 3: Gráficos de volumen en función de la presión tal como se obtienen en el programa GeoGebra. A) Conjunto de datos completos ajustados mediante una función cuadrática; B) conjunto de datos completos ajustados con una función logarítmica; C) conjunto de datos completos ajustados con una hipérbola.

Aprovechando la facilidad de uso del programa GeoGebra, los equipos ensayan distintas relaciones aritméticas entre las variables buscando la que les parece más adecuada. El programa permite aplicar ajustes con funciones polinómicas, exponenciales, logarítmicas, logísticas, entre otras. Como puede verse en el panel (A) de la Figura 3, una parábola da un muy buen ajuste del conjunto ampliado de datos, y podríamos pensar entonces que esta función constituye un buen modelo para interpretar el fenómeno de la compresión, al igual que una hipérbola (figura 3, panel C).

Durante la puesta en común mediada por el docente, se realizan las siguientes preguntas:

¿Qué modelo matemático se ajusta mejor a estas mediciones?

¿Cuál de los modelos matemáticos que han propuesto describe mejor el fenómeno físico?

La secuencia concluye con un cierre a cargo del docente, una recapitulación dialogada de lo trabajado, explicitando finalmente que la formalización hiperbólica (Figura 3, panel C) se corresponde con la ley de Boyle-Mariotte. Cabe destacar que, si bien esta ley se considera válida para *gases ideales* –partículas hipotéticas con masa puntual y que no interactúan entre sí–, vale, en este caso, para describir con una gran aproximación el comportamiento observado para el cuerpo de aire. Según el nivel en que se esté trabajando, podría continuarse la clase problematizando la validez de este modelo, en el sentido de que, aunque es adecuado para describir la compresión en el rango observado no nos permite explicar, por ejemplo, la licuefacción.

Es importante aclarar que, para esta cantidad de información y en ese rango, serán válidos varios modelos matemáticos para representar el comportamiento del sistema gaseoso.

A pesar de ajustarse muy bien a los datos con los que se cuenta, el modelo de la parábola implica un comportamiento dual: compresión a medida que la presión aumenta hasta las 2,6 atm aproximadamente, y luego, expansión para mayores aumentos de la presión. Esto no parece razonable, al menos en vista a lo que se ha observado como tendencia en el vídeo del experimento.

Sugerimos evitar consideraciones como “el modelo correcto”. Es una parte central de esta clase lograr que losestudiantes se apropien de los modelos y trabajen con ellos analizando sus limitaciones. Para esto, es condición necesaria que no eliminemos ninguno de ellos a priori.

En sentido estricto, no hay un único modelo correcto para todo el rango de presiones, pero eso es justamente lo que los vuelve útiles a todos, cada uno de ellos en su rango. La ley de Boyle, el modelo que la ciencia considera suficientemente “correcto” para presiones bajas, no puede explicar la licuefacción y sería, desde este punto de vista, también “incorrecto”.

Sabemos que el tratamiento cuantitativo de los datos mediante el ajuste con funciones matemáticas puede resultar un terreno hostil para los docentes de Química.

Sin embargo, esto no aparece cuando, en una modalidad más tradicional, se enuncia la ley de Boyle como “P. V = constante”. Debemos reconocer que, aunque sirva para resolver ejercicios de manera algorítmica, esta formulación puede no ser demasiado significativa para quien se encuentra con ella por primera vez. Pensamos que, tras poder evaluar alternativas matemáticas, antes que recibir una única fórmula, el mismo enunciado de “P.V=cte” posiblemente tome otro valor, otro significado.

Nuestra propuesta para superar este inconveniente es el trabajo en conjunto con los docentes del área de Matemática. En la bibliografía sobre didáctica de las matemáticas no es infrecuente encontrar, a modo de crítica sobre la forma de introducir los problemas en sus clases, que estos habitualmente aparecen desconectados de situaciones reales, resultando por ese motivo “artificiales” (Johsua y Dupin, 2005).

El ejemplo que presentamos en esta secuencia didáctica representa pues una buena motivación para lograr, de manera auténtica y en base a necesidades surgidas de los propios contenidos, el trabajo en equipo por parte de los docentes de Ciencias y Matemáticas.

La finalidad de esta actividad es que los estudiantes:

- Observen que, al aumentar la información acerca de un fenómeno, podemos describirlo en forma más detallada. Se busca que reconozcan la relación dialéctica entre el ajuste de los datos experimentales disponibles y el modelo matemático que pretende representar la situación.

- Discutan las limitaciones extramatemáticas de los modelos planteados, percibiendo el conocimiento científico como una red interconectada que debe guardar coherencia.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Como en la actividad 2, reafirmamos la relación entre sistema y modelo, con el importante agregado de que ahora para un mismo sistema establecemos varios modelos que son, en principio, adecuados. Esto nos permite introducir otra dimensión que está permanentemente presente en el uso de modelos científicos: su rango de validez. El trabajo explícito sobre estas cuestiones puede contribuir a evitar el uso acrítico de formulaciones matemáticas fuera de su rango de aplicación.

Estrategias TIC utilizadas

Como en la actividad anterior, se ha hecho uso del programa GeoGebra como herramienta para el planteo de distintos modelos matemáticos que se ajusten a los datos experimentales. Este es un punto importante, cuyo tratamiento forma parte de los objetivos de esta secuencia didáctica, que refiere directamente al proceso de construcción de modelos en ciencia: los modelos planteados deben explicar el fenómeno en estudio, pero a la vez, resultar coherentes con toda una serie de observaciones y construcciones teóricas que pueden excederlo. Podemos ver que la ayuda de las computadoras en este caso es central, porque permite que los propios estudiantes generen rápidamente los ajustes, teniendo a su disposición todas las herramientas para evaluar su validez.

Para profundizar el tema

La clase puede formar parte de una unidad didáctica que trabaje las leyes experimentales de los gases de Charles y Gay-Lussac a presión y volumen constante. Sugerimos este vídeo del cual se puede extraer información para trabajar una de esas leyes experimentales:

.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

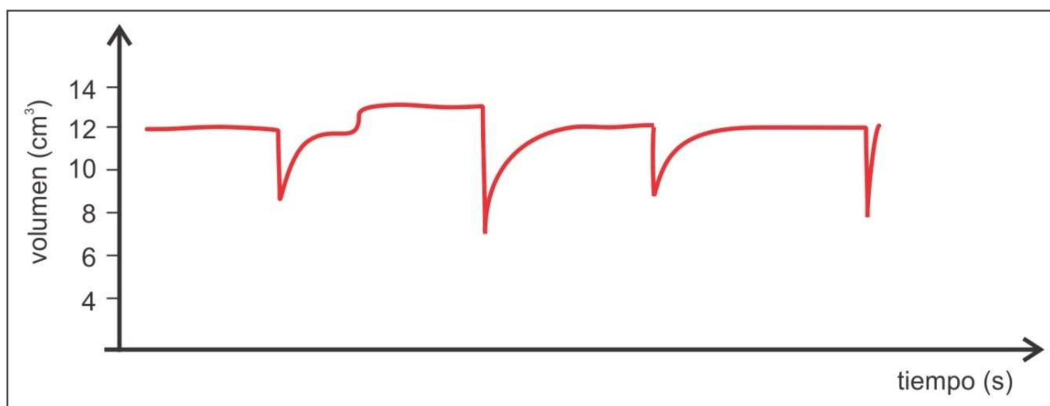
Se propone, a modo de ejemplo, el siguiente ejercicio de aplicación.

La bicicleta de Cecilia tiene una horquilla con suspensión de aire. En este tipo de suspensiones el aire está encerrado en un cilindro, que se comprime cuando los golpes en la rueda delantera hacen aumentar la presión.

Un día Cecilia sale a comprar el pan en su bicicleta, pero además aprovecha para hacer una prueba: registra el volumen que ocupa el aire dentro del cilindro de la suspensión.

El siguiente es un gráfico del volumen que ocupa el aire dentro de la suspensión.

Explicar este gráfico, sabiendo que Cecilia baja dos cordones, hace "willy" un ratito, y justo antes de llegar a la panadería tropieza con un pozo en la calle (¡por suerte siempre usa casco!).



Sabiendo que la presión al principio del recorrido es de 4,1 atm, ¿cuál será la presión máxima que soporta el aire en alguna parte del recorrido graficado?

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia.*

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Vídeo del fenómeno a estudiar

Describan el fenómeno que muestra el vídeo "¡A bucear!" y detallen lo que le sucede al gas en el interior del recipiente.

Actividad 2: Análisis cualitativo

1. *A continuación, realizaremos un análisis numérico de los datos que ha recopilado el buzo, los cuales aparecen sobreimpresos en el vídeo. En parejas, vuelvan a ver el vídeo "¡A bucear!" para extraer los datos acerca de la presión y el volumen, datos que registrarán en una planilla de cálculo del programa GeoGebra.*
2. *Hagan un gráfico de los datos experimentales. ¿Observan algún tipo de orden en la distribución de los valores? ¿Cuál?*
3. *Dibujen una línea recta sobre el gráfico y acomódenla de forma tal que pase lo más cerca posible de los datos.*

Actividad 3: Análisis cuantitativo

1. *Agreguen a la planilla los datos que se encuentran en el archivo de Word "Datos adicionales".*

Presión	Volumen
1.20	1.71
1.39	1.41
1.78	1.11
2.18	0.91
2.37	0.86
2.57	0.81

2. Grafiquen la totalidad de los datos. Ensayen nuevos ajustes de la distribución del conjunto de datos experimentales empleando distintos modelos matemáticos y elijan el ajuste que les resulte más conveniente.

Secuencia didáctica N.º 3 "¡Mantén el movimiento!"

SINOPSIS

La cinemática es la rama de la Física que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan. Este tema es tratado muy frecuentemente en las clases de Física y es la base para introducir conceptos de mayor nivel de abstracción.

Esta secuencia didáctica está planteada para comenzar con la enseñanza de la cinemática; a partir de su puesta en práctica se pretende trabajar en la construcción del concepto de velocidad y luego llegar a la formulación matemática de la misma, con la finalidad de que los estudiantes puedan resolver problemas contextuados y significativos.

El disparador de la propuesta es un fragmento de la película *Volver al futuro*.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA

A partir de un diálogo entre los personajes de la película *Volver al futuro*, se plantea un problema concreto de cinemática, aunque el estudiante no pueda identificarlo de esta manera en este punto de su formación académica. Se utiliza el vídeo para contextualizar la enseñanza de este tema con un problema que puede resultar de interés al estudiante, de una forma entretenida y que logre captar su atención.

Comenzar con una visión cualitativa de los conceptos de *desplazamiento* y *velocidad*, para llegar luego a una formulación matemática de los mismos facilita el proceso de construcción del conocimiento que se espera que los estudiantes realicen. Trabajar sobre datos experimentales tomados de la filmación de un desplazamiento modelo, haciendo hincapié en el análisis de datos y la construcción de gráficos, tiene como fin ayudar al estudiante a apropiarse de estos conceptos en lugar de concebirlos como formulaciones ajenas y preestablecidas. Con los datos experimentales de desplazamiento y tiempo, a partir del gráfico de posición en función del tiempo, se discute la interpretación del concepto de velocidad.

El aprendizaje de los conceptos básicos de este tema se aborda a partir del análisis de una situación real, y tales conceptos se definen a partir de su interpretación gráfica.

Las actividades han sido planificadas para que los estudiantes trabajen en equipos de dos integrantes, cada uno con su netbook. De todas maneras, se pueden adaptar las actividades para trabajar en grupos más numerosos con dos netbooks por grupo.

Esta secuencia didáctica está diseñada para llevarse a cabo en 120 minutos, según las características del grupo de estudiantes.

OBJETIVOS

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Identificar las características del movimiento rectilíneo con velocidad constante.
- Reconocer cuáles son los parámetros necesarios para describir completamente un movimiento rectilíneo con velocidad constante.
- Construir un gráfico de posición en función del tiempo utilizando herramientas TIC.
- Analizar los gráficos construidos.
- Construir un modelo matemático a partir de datos obtenidos de la experiencia.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA SECUENCIA DIDÁCTICA

En el estudio de la cinemática, los estudiantes suelen enfrentar los siguientes obstáculos didácticos, en cuya generalización puede encontrarse algunos obstáculos epistemológicos subyacentes:

Los adolescentes suelen presentar dificultades en la identificación de la información relevante y para identificar los datos que se encuentran implícitos. No conciben la existencia de caminos diferentes para llegar a la resolución de un problema. Esta dificultad tiene clara relación con la creatividad y el pensamiento lateral, inclusive con la imaginación de posibles alternativas de resolución.

Se les dificulta hallar la correspondencia entre la física y la matemática, de modo de asociar el término matemático con el concepto físico en cuestión.

Utilizan sistemas de referencia independientes cuando lo que se está analizando es un fenómeno que debe interpretarse como interacción de elementos.

Es habitual que los estudiantes busquen conferir a sus gráficos de posición en función del tiempo características similares a las de la trayectoria que recorre el objeto en cuestión.

Tienen dificultades para diferenciar *posición* de *desplazamiento*, al igual que para comprender el rol que juega la elección de un sistema de referencia.

No les resulta sencilla la interpretación de gráficos correspondientes a móviles que se desplazan con distinta velocidad. Es habitual que confundan el hecho de que un móvil se encuentre delante de otro con la diferencia de velocidades entre ambos.

Usualmente no comprenden la relación de proporcionalidad directa. No logran conceptualizar el cociente de dos magnitudes distintas –desplazamiento y duración del intervalo de tiempo– como un único ente; por ejemplo, el concepto de velocidad.

CONTENIDOS QUE SE TRABAJAN EN ESTA SECUENCIA Y RELACIÓN CON LOS NAP

En esta secuencia se trabajan los contenidos: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente variado y concepto de velocidad. Además se hace hincapié en la interpretación de gráficos como contenido a ser enseñado y se brinda un marco teórico para la interpretación de las leyes de Newton y su aprendizaje. Estos contenidos forman parte de los siguientes lineamientos curriculares:

- La comprensión de que los fenómenos físicos pueden ser modelizados y descriptos a través de expresiones matemáticas.
- La utilización de las leyes de Newton como marco explicativo para algunos fenómenos físicos.

CONTENIDOS PREVIOS

La actividad está diseñada para comenzar con el estudio de la cinemática y las leyes de Newton. No se requieren conocimientos previos de la disciplina. Se requieren nociones básicas de: proporcionalidad, construcción de gráficos en ejes cartesianos y su interpretación, unidades.

ACTIVIDAD 1: PLANTEO DEL PROBLEMA

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Consigna para los estudiantes

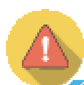
Observen el primer fragmento de la película Volver al futuro, para identificar el problema que se les plantea a los protagonistas y los parámetros que se necesitan para resolverlo.



Figura 1: Fotografía del fragmento de *Volver al futuro*.

Descripción de la actividad

En caso de contar con un cañón, se proyecta a todo el grupo el primer fragmento de *Volver al Futuro*, caso contrario se les pide a los alumnos que por grupos observen la película en sus netbooks. Como su duración no es muy extensa puede proyectarse más de una vez, en caso de ser necesario. Luego se lleva a cabo una puesta en común sobre lo observado, para identificar cuál es el problema que se les plantea a los protagonistas.



Es importante aclarar que los conceptos físicos de los que habla El Doc en la película forman parte de la ficción y, en algunos casos, carecen de rigurosidad científica. En otra clase, con los conceptos más afianzados, se podría trabajar con los estudiantes sobre el mismo vídeo, tratando de reconocer qué cosas de las que menciona son correctas; cuáles, no y, en este último caso, por qué.

Se guiará la puesta en común a fin de plantear una situación como la que se describe a continuación:

Los protagonistas tienen un auto que permite viajar en el tiempo, pero que se ha quedado varado en el pasado (1955) y necesita volver al presente (1987). Para ello, necesita mucha energía. Los personajes saben que, a determinada distancia de donde se encuentran y en un tiempo determinado, va a caer un rayo que les permitiría adquirir la energía que necesitan. Tienen que llegar al punto exacto donde el rayo caerá con una velocidad de 88 mph. *¿Cómo pueden lograrlo?*



Es importante que los estudiantes reconozcan que, en el planteo del problema, hay magnitudes que están fijas –el instante y la velocidad con la que el auto debe llegar a la posición donde caerá el rayo– y otras que pueden variar según la modalidad que se elija para resolverlo –cómo va a llegar a esa velocidad y por qué camino. Esto hace que puedan aparecer varias opciones de movimiento: podría, por ejemplo, partir del reposo y acelerar de forma tal de llegar a 88 mph justo en el momento en el que cae el rayo, o llegar a esa velocidad antes, y mantenerla constante hasta ese instante, etcétera.

Se propone discutir sobre los parámetros necesarios para resolver el problema en base a las siguientes preguntas:

¿Qué datos se tienen para resolver el problema?

¿Cuáles son importantes y cuáles no?



La información que se necesita conocer para resolver el problema es dónde comienza el desplazamiento a velocidad constante y en qué momento –esto conviene trabajarlo sobre la película, prestando atención a cuando Marty enciende el cronómetro– la velocidad a la que comienza – también se puede observar, en la película, que al principio el auto está detenido– y a la que necesita llegar. A la vez, se deben elegir un camino a seguir –para determinar, en consecuencia, la distancia que recorrerá el auto– y el tiempo en el que debe realizar este desplazamiento.



Es importante llamar la atención sobre cada una de estas magnitudes, discutir por qué son necesarias para describir el movimiento y hacer referencia a lo que se observa en la película. Sería interesante que los estudiantes hicieran este análisis en las diferentes opciones de movimiento que se les han ocurrido.

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad se utiliza la reproducción digital de un fragmento seleccionado de una película que ha tenido difusión masiva con el objetivo de contextualizar la situación y plantear un problema que puede resultar de interés para los estudiantes, captando su atención. Por otro lado, permite trabajar sobre un aspecto importante de los obstáculos de la enseñanza y el aprendizaje: la determinación de la información relevante para la resolución de un problema. Además, esta situación podría resolverse de diversas maneras, lo cual permite trabajar sobre los datos y las magnitudes que serían necesarias en cada caso.

Cómo ayuda esta actividad a resolver las dificultades en el aprendizaje de este tema

Esta actividad tiene por finalidad que los estudiantes determinen qué información consideran necesaria para resolver un determinado problema y, en consecuencia:

- Identifiquen los parámetros útiles para la descripción de un movimiento.
- Midan la relevancia de los datos que les son proporcionados en el momento de resolver un ejercicio.

ACTIVIDAD 2: PLANTEO DEL PROBLEMA II

Consignas para los estudiantes

1. *Observen el segundo fragmento de la película.*
2. *Analicen el siguiente esquema.*

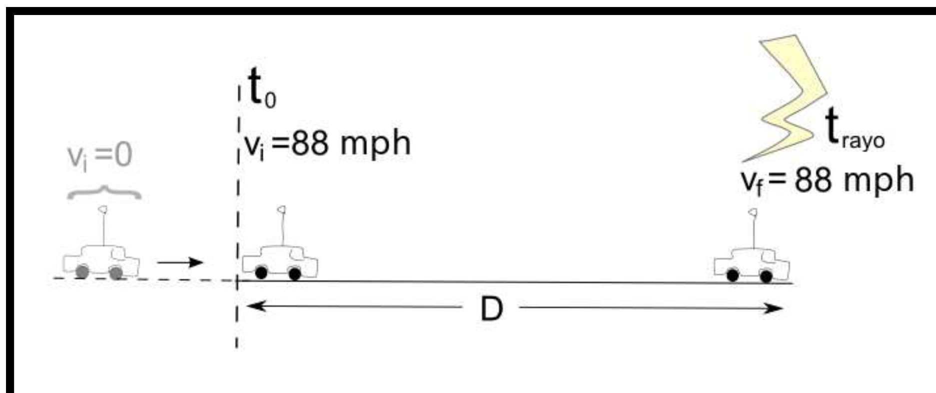


Figura 2: Esquema del movimiento del auto descrito en la película.

Descripción de la actividad

Los invitamos ahora a proyectar a todo el grupo un segundo vídeo en el cual se observa otro corte de la película *Volver al futuro*. Nuevamente se propone hacer una puesta en común sobre lo observado y se plantea la pregunta que se quiere resolver a lo largo de la actividad: *¿Cuál es la distancia recorrida por el auto desde que alcanza las 88 mph hasta que cae el rayo?*

Se invita a los estudiantes a proponer posibles resoluciones, tomando nota de ellas y discutiendo las propuestas en forma grupal.

El vídeo muestra la forma de resolver el problema que eligieron los guionistas de la película. Se puede ver que Marty arranca el auto –es decir, parte de una velocidad cero–, acelera y llega a 88 mph con un tramo por recorrer. En la clase, se intentará encontrar entre todos cuál es la distancia que recorre Marty yendo a esa velocidad.

Analizando el esquema, se puede ver que el problema se resuelve calculando la distancia D indicada en el dibujo. Hay que aclarar que, en principio, no interesa lo que pasa en la primera parte del movimiento (más adelante veremos por qué). Nos enfocaremos en el instante en el que Marty llega a la velocidad deseada, pero aún le queda un tramo por recorrer hasta el punto indicado por el Doc, donde caerá el rayo.

Esta actividad tiene como finalidad la formalización del problema que se resolverá durante esta clase.





A fin de simplificar el problema, dado que estamos iniciando el estudio de un tema, nos interesa solamente el último tramo: desde que el auto llega a 88 mph hasta que cae el rayo sobre el mismo.

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad el vídeo es utilizado nuevamente para plantear el problema a resolver a lo largo de la clase y para definir los datos necesarios para hacerlo. Es una forma entretenida de abordar una situación problemática.

ACTIVIDAD 3: DESCRIBIENDO UN MOVIMIENTO...

Consignas para los estudiantes

A continuación, verán el vídeo de una bolita que se desplaza con un determinado movimiento.

Uno de los integrantes de cada grupo abra el vídeo “bolita1.avi” con el programa Avidemux.

El otro abra el programa GeoGebra. Entre los dos, armen una tabla con los datos de tiempo y posición de la bolita.

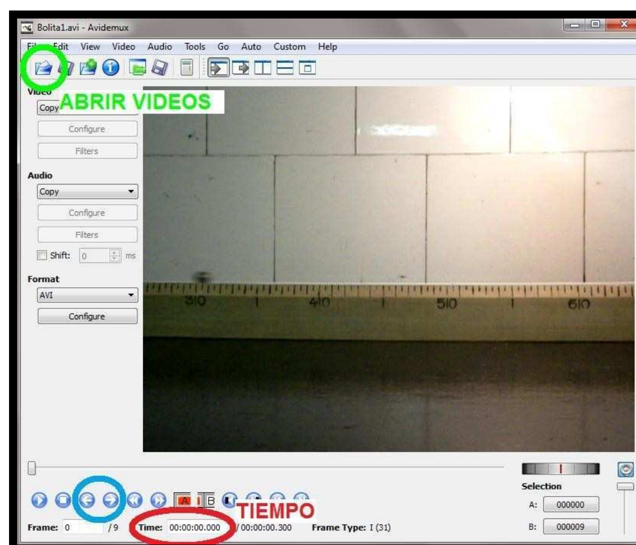


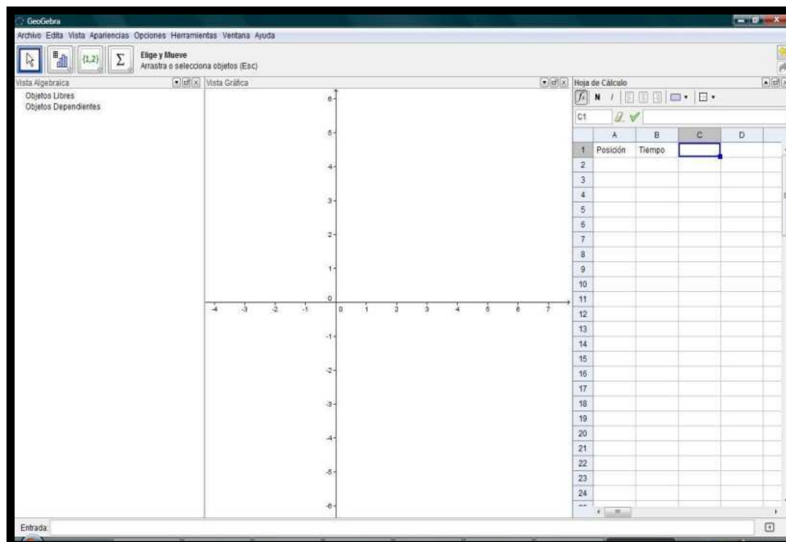
Figura 3: Imagen del programa Avidemux.

Descripción de la actividad

Se distribuirá el trabajo de los equipos de modo tal que uno de los integrantes manipule el vídeo en el Avidemux y otro cargue los datos en la planilla de cálculo del GeoGebra, confeccionando una tabla con dos columnas: tiempo y posición.

El vídeo muestra el desplazamiento de una bolita en movimiento rectilíneo uniforme sobre un sistema de referencia. Se empleará el Avidemux para descomponerlo en distintos fotogramas equiespaciados en el tiempo, para, de esta manera, extraer información cuantitativa de la posición de la bolita en el instante de tiempo correspondiente a cada fotograma. Luego del planteo de la consigna, puede ser antes de que los estudiantes lleven a cabo la actividad o después de hacerlo, se discuten entre todos los diferentes criterios posibles en la adopción de un sistema de referencia espacial, en la determinación de la posición de la bolita –como se trata de un objeto extenso, algunos decidirán tomar el centro de la bolita, otros. la parte más avanzada, etcétera– y la conveniencia de un sistema de unidades u otro para expresar los valores de posición y tiempo obtenidos.

Es un buen momento también para reflexionar sobre la importancia de planificar la actividad antes de iniciarla, de tomarse el tiempo necesario para pensar y discutir dentro del equipo qué se va a hacer, de qué manera se realizará y quién será el encargado de cada tarea.



F igura 4: Captura del programa GeoGebra.

El movimiento de la bolita sirve para realizar una analogía del movimiento que hace Marty con su auto. Es importante que cada pareja establezca un sistema de referencia para tomar la posición de la bolita –ya que esta no es un objeto puntual– y que lo mantenga en todas las mediciones: pueden considerar la mitad de bolita, el inicio o lo que consideren más adecuado, pero deben siempre tomar la misma referencia.

Estrategias TIC utilizadas

El objetivo didáctico de la utilización de este vídeo es distinto al de las actividades anteriores. En este caso, es utilizado para representar una analogía del fenómeno que se quiere explorar. En él se medirán los datos que serán utilizados luego para analizar el movimiento por medio de un gráfico.

ACTIVIDAD 4: DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL MOVIMIENTO

Consigna para los estudiantes

Empleando el GeoGebra, armen un gráfico que muestre la posición de la bolita en cada momento que pudieron determinar cuando desarmaron la imagen en fotogramas y analicen el gráfico obtenido:

1. ¿La posición cambia a lo largo del tiempo? ¿Cómo?
2. ¿Pueden observar algún tipo de orden en la distribución de los valores de los datos?

Descripción de la actividad

Utilizando el GeoGebra, se buscará que los estudiantes realicen un gráfico de posición en función del tiempo correspondiente al movimiento de la bolita y, de esta forma, visualicen –en la vista gráfica– los datos que volcaron en la hoja de cálculo. Aquí los invitaremos a detenerse para dar lugar a la interpretación del gráfico por medio de preguntas de este estilo:

¿La posición cambia a lo largo del tiempo? ¿Cómo?

¿Pueden observar algún tipo de orden en la distribución de los valores de los datos?

La propuesta es discutir entre todos los participantes cuáles son las principales características del gráfico obtenido y cómo se relacionan con las características del movimiento en estudio. Probablemente haya estudiantes que encuentren con rapidez algún orden en la distribución y puedan expresarlo verbalmente, mientras otros necesitarán que sigamos preguntando hasta ver la regularidad de la distribución de los datos. Luego de analizar la regularidad de la distribución de puntos que conforman el gráfico, se procede a efectuar un ajuste lineal.

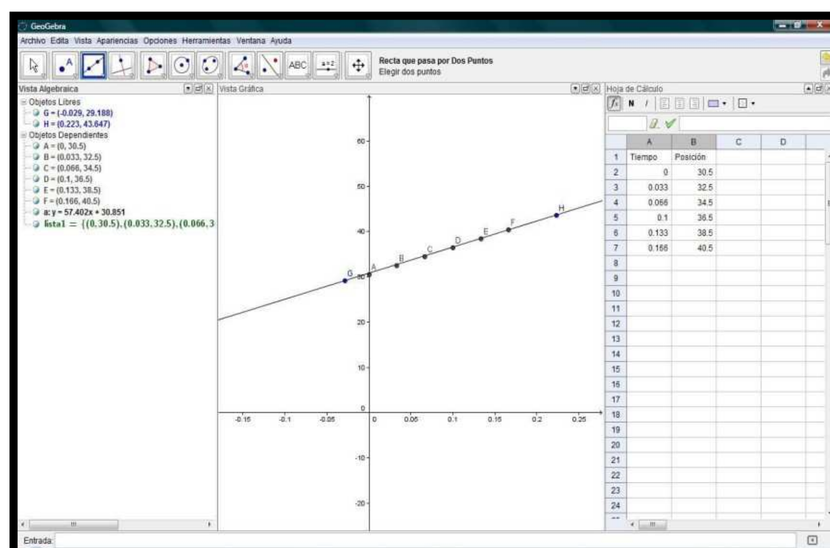


Figura 5: Análisis de los datos de posición de la bolita en función del tiempo.

La finalidad de esta actividad es que los estudiantes aprendan a efectuar la representación gráfica de un conjunto de resultados experimentales y, a partir de ellos, construir un modelo matemático lineal. También se busca que puedan interpretar un gráfico y analizarlo aplicando los contenidos aprendidos en Matemática.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

El uso de datos reales tiene como fin ayudar al estudiante a apropiarse de los conceptos, en lugar de concebirlos como formulaciones ajenas y preestablecidas. Así, la vinculación del gráfico con el movimiento se realiza de manera intuitiva, y permite interpretar conceptos más significativos para el análisis del movimiento, así como construirlos.

Al contar al mismo tiempo con el vídeo del movimiento y el gráfico de posición en función del tiempo que representa ese movimiento, se ayuda a salvar la dificultad de los estudiantes en su interpretación, cuando confieren a los gráficos de posición en función del tiempo características similares a las de la trayectoria .

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad se utilizan los programas Avidemux para descomponer en fotogramas el vídeo, y a partir de ellos obtener los datos, y GeoGebra para facilitar el trabajo con datos, su visualización en gráficos y su procesamiento.

ACTIVIDAD 5: ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO

Consigna para los estudiantes

Calculen el desplazamiento de la bolita y el tiempo que transcurre entre cada punto y el siguiente. A partir de estos datos, analicen con qué rapidez se mueve el auto.

Descripción de la actividad

Se solicita a los estudiantes que hagan una estimación del desplazamiento de la bolita en cada período de tiempo utilizando el gráfico que construyeron. Sugerimos guiar la actividad con las siguientes preguntas: *¿A qué distancia se desplazó la bolita entre el primer punto y el segundo? ¿Cuánto tiempo pasó? ¿Y entre el segundo y el tercero?*

Luego se los orientará para que calculen el desplazamiento efectuado por la bolita y el tiempo transcurrido entre un fotograma y el siguiente realizando la resta de los valores *posición* y *tiempo* correspondientes a cada par de puntos consecutivos. Estos valores se calcularán en dos nuevas columnas. Puede usarse la función Calculadora que tiene la hoja de cálculo.

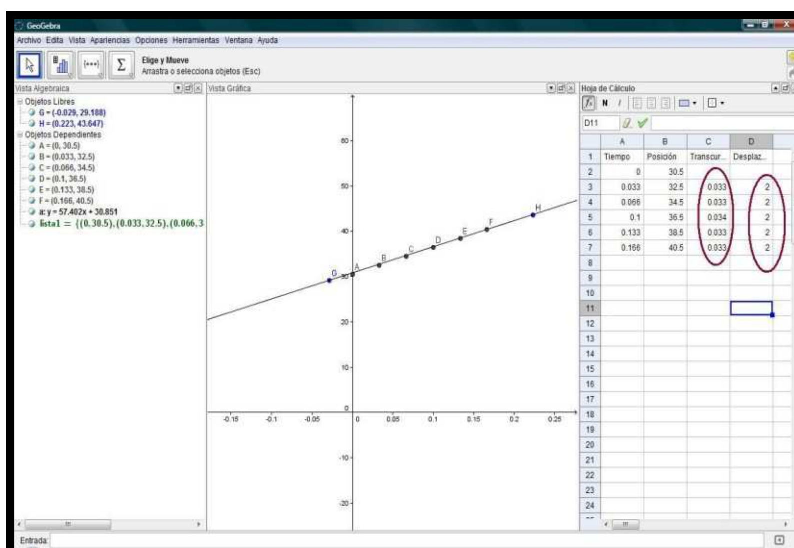


Figura 6: Análisis de datos con la planilla de cálculo de GeoGebra.

Finalmente, se indicará a los estudiantes que realicen el cociente entre ambos valores a fin de interpretar el significado físico del mismo. Se los puede guiar con preguntas que irán contestando en una puesta en común, discutiendo en el grupo grande las respuestas que surjan. A título de ejemplo, algunas preguntas podrían ser:

¿Qué cálculo realizarían para tener una idea de lo rápido que se está moviendo la bolita?

¿Qué estamos calculando al hacer este cociente?

¿El resultado obtenido es el mismo para todos los intervalos de tiempo considerados?

¿Qué nos está diciendo que el valor de este "número" prácticamente no cambie en todo movimiento?

Si ese número fuera más grande, ¿qué significaría?

¿Podemos encontrar este número en algún lugar del gráfico que construimos?

La conclusión a la que se espera arribar es que este número coincide aproximadamente con la pendiente de la recta correspondiente al ajuste lineal de la distribución de puntos de nuestra medición.



En este punto importante de la clase lo invitamos a que inicie una conversación con los estudiantes que podría guiarse como sigue:
Estamos viendo cuánto tiempo tarda la bolita en moverse en períodos de X cm. Podemos hacer una cuenta simple y decir cuánto tarda la bolita en recorrer cada centímetro de la regla. ¿Cuánto tarda? ¡Ya hicieron esta cuenta antes!
Si ese número fuera más grande, ¿qué les parece que significaría? ¿La bolita llegaría más o menos lejos en el mismo período de tiempo? ¿Qué está haciendo entonces? ¿Qué que nos está diciendo el valor de este número que estamos calculando y, al parecer, no cambia en este movimiento?
Este número indica el valor de una magnitud que conocemos de nuestra vida cotidiana. Es la velocidad a la que se está moviendo nuestra bolita. Como es un número fijo, no está cambiando: podemos decir que la bolita se mueve siempre con esa velocidad. Recuerden que veíamos que se movía igual distancia en intervalos de tiempos iguales.
¿Les parece que podemos encontrar este número en algún lugar del gráfico que construimos? (La idea es ver que este número representa la pendiente de la recta que hicimos pasar por todos los puntos de nuestra medición).
¿Qué significaría entonces que tuviéramos una recta más empinada? (Sugerimos poner el brazo sobre el gráfico en la presentación, para mostrar lo que es una pendiente más empinada). *¿El movimiento tendrá mayor velocidad o menor?*
Intuitivamente, los estudiantes deberían concluir que cuanto más empinada sea la recta, la velocidad es mayor, pues la bolita estará recorriendo mayor distancia en el mismo tiempo. Se puede hacer una analogía de autos y cuadras, si hace falta: si un auto recorre 10 cuadras en 2 minutos y otro, 20 cuadras en 2 minutos, ¿cuál fue más rápido?

Esta actividad tiene por finalidad que los estudiantes reflexionen acerca de las diferentes formas de introducir el concepto de velocidad y encuentren la descripción matemática de un fenómeno físico –en este caso, de un movimiento– a través de una fórmula que expresa la relación entre dos magnitudes –en este, caso posición y tiempo.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Anteriormente se hizo referencia a la dificultad de los estudiantes para encontrar la correspondencia entre la Matemática y la Física. Esta actividad les permite comprobar la conveniencia de emplear un modelo matemático para representar un fenómeno físico, analizarlo e interpretarlo.

ACTIVIDAD 6: ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO II

Consigna para los estudiantes

En el gráfico que se presenta a continuación, se hallan representadas tres distribuciones de puntos correspondientes a tres movimientos distintos. Analicen las diferencias y similitudes que encuentran entre ellas.

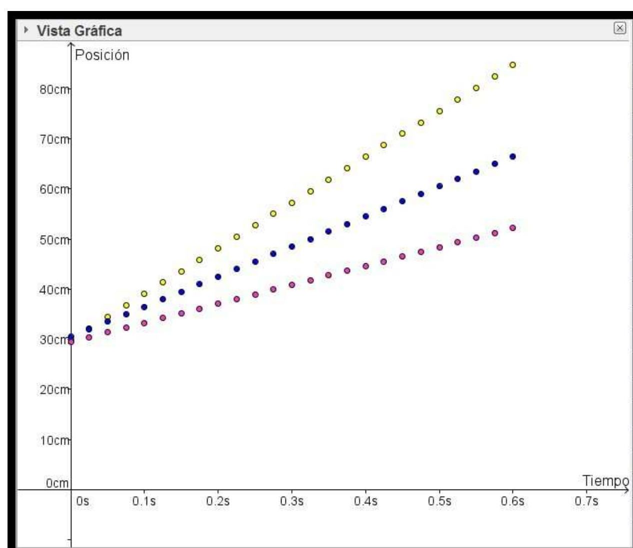


Figura 7: Gráficos de posición en función del tiempo para tres movimientos diferentes de la misma bolita.

Descripción de la actividad

Se mostrará una figura donde se representan los resultados de tres experimentos que se hicieron con la misma pelotita utilizada anteriormente. Son tres distribuciones de puntos experimentales que corresponden a distintos movimientos de la bolita. Proponemos analizar las características de estos movimientos planteando preguntas como:

¿Los puntos correspondientes a cada uno de los movimientos se hallan alineados? ¿Qué nos dice esto acerca del movimiento de la bolita en cada caso?

¿En qué caso la bolita se desplazó más rápido?

Se preguntará a los estudiantes cómo obtener la velocidad de cada uno a partir del gráfico, invitándolos a que anticipen resultados fundamentando sus respuestas. Esta última tarea es de capital importancia, ya que favorece la competencia argumentativa. Luego se pasará a analizar la siguiente figura, en la que se observa el mismo gráfico que en la diapositiva anterior, pero con los ajustes lineales correspondientes. Ha llegado el momento de comparar si los valores se corresponden con lo esperado, de discutirlo y tratar de explicar la coincidencia o diferencia. Esta instancia resulta sumamente enriquecedora, porque los estudiantes pueden realizar una tarea de metarreflexión, importante para la construcción de conocimiento.

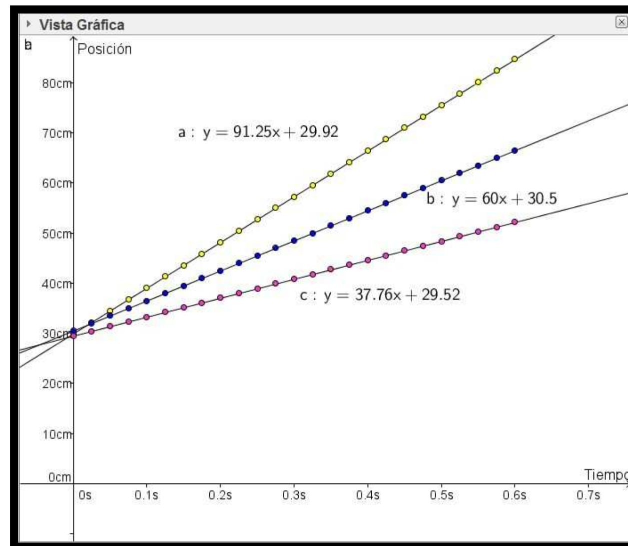


Figura 8: Gráficos de posición en función del tiempo para tres movimientos diferentes de la misma bolita con los ajustes lineales correspondientes.



Se muestran gráficos de posición en función del tiempo en que fueron construidos para comparar distintos ejemplos de movimientos rectilíneos uniformes. Como antes, primero se muestran sólo los puntos y en la siguiente diapositiva se agrega el ajuste lineal realizado para cada caso –se podría analizar si los ajustes son buenos y la recta pasa por todos los puntos. Buscamos mostrar que, en estos ejemplos, todos las bolitas salen del mismo lugar y llegan al mismo destino. Sin embargo, los gráficos no son iguales. Lo que cambia en el movimiento de los autitos es la velocidad. Sugerimos analizar cuál de los autitos se desplazó a mayor velocidad, cuál más lentamente e incluso calcular la velocidad de alguno. Para esto, ya no es necesario hacer el cociente de todos los intervalos, pues se estudió antes que, al ver que una recta pasa por todos los puntos de nuestra medición, el auto recorre distancias iguales en tiempos iguales. Entonces podemos calcular la velocidad estudiando sólo el desplazamiento y el tiempo que tomó realizarlo en un solo intervalo.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad tiene como finalidad remarcar la importancia de efectuar análisis comparativos de distintos experimentos del mismo tipo al introducir un nuevo concepto y de trabajar sobre el proceso de abstracción, identificando las características comunes de las representaciones de los distintos movimientos y cómo esto se traduce en características similares de los movimientos en sí.

ACTIVIDAD 7: RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Consigna para los estudiantes

Con lo que han aprendido hasta ahora, resuelvan el problema planteado originalmente: ¿qué distancia recorre el auto de la película cuando se mueve a 88 mph (≈39 m/s)?

Descripción de la actividad

A partir de los conceptos desarrollados, y utilizando los datos que se obtienen del segundo vídeo, los grupos de estudiantes deberían ahora estar en condiciones de responder a la pregunta que motivó esta secuencia. La idea es averiguar, empleando el Avidemux para analizar el vídeo, durante cuánto tiempo (t) el auto se mueve a 88 mph (v). Luego se puede calcular la distancia recorrida a esa velocidad (D), por medio de:

$$Comov = \frac{D}{\Delta t}$$

entonces $$D = v * \Delta t = 39\frac{m}{s} * 15s = 585m$$



Es importante notar que cada equipo de trabajo elegirá un criterio distinto para medir el intervalo temporal, con lo cual obtendrá un resultado ligeramente diferente, pero igualmente válido. Esto puede resultar un buen disparador para discutir con los participantes acerca del trabajo con datos experimentales, a partir del hecho de que no todos obtendrán una única respuesta que resuelve el problema.

Para finalizar la secuencia, se hará una puesta en común de los conceptos trabajados, con un repaso de los momentos transcurridos, sintetizando las reflexiones realizadas en cada paso.

PARA PROFUNDIZAR EL TEMA

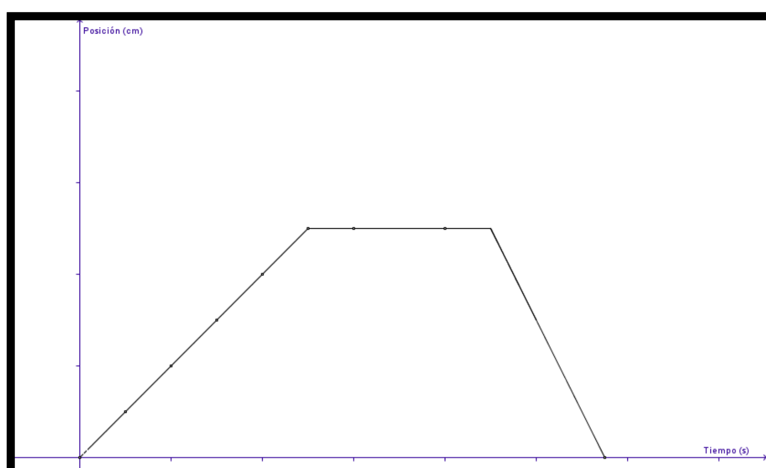
Se sugiere continuar la unidad didáctica introduciendo el concepto de aceleración para estudiar el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Puede utilizarse de disparador lo que sucede en la primera parte del movimiento, en el fragmento de la película *Volver al futuro*.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Una posible actividad de aplicación o evaluación podría ser la siguiente:

Consigna para los estudiantes

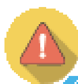
Representen, caminando por el aula o el patio de su escuela, el movimiento que se describe por medio del siguiente gráfico.



Descripción

Se les entrega a cada pareja o estudiante un gráfico de posición en función del tiempo y deben representarlo cualitativamente moviéndose ellos, yendo más rápido cuando la velocidad sea mayor, deteniéndose cuando sea nula, y así.

Una segunda etapa evaluativa podría ser que los grupos intercambien el informe realizado y quelos grupos tengan que "actuar" el movimiento en descripto, desplazándose; además, deberán confeccionar un gráfico que lo represente.



Es importante recalcar que no se incluye la escala de los ejes porque se busca que los estudiantes realicen el movimiento de manera exclusivamente cualitativa, a partir de la interpretación del gráfico.



El hecho de que los estudiantes hayan comprendido bien el concepto de velocidad debería verse reflejado en lo siguiente:

- Deben darse cuenta de que el movimiento que se representa en el gráfico es la combinación de tres movimientos que se pueden distinguir entre sí por la velocidad a la que es realizado cada uno, la cual siempre es constante.
- La velocidad en la tercera parte debe ser considerablemente mayor que en la primera parte del movimiento.
- En la segunda parte, la velocidad del movimiento es nula, con lo cual no cambia la posición a lo largo de ese intervalo de tiempo.
- Según elijan el sistema de referencia, deben diferenciar el primer movimiento del tercero; en el primero se alejan del punto que tomen como "0", mientras que en el último el movimiento debe ser de acercamiento al mismo.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia*.

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

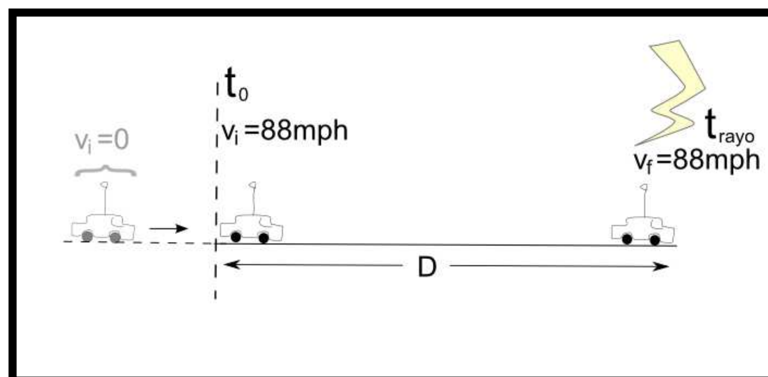
Actividad 1

Observen el primer fragmento de la película Volver al futuro, para identificar el problema que se les plantea a los protagonistas y los parámetros que se necesitan para resolverlo.

Actividad 2

1. *Observen el segundo fragmento de la película.*

2. *Analicen el siguiente esquema.*



Actividad 3

A continuación, verán el vídeo de una bolita que se desplaza con un determinado movimiento.

Uno de los integrantes de cada grupo abra el vídeo “bolita1.avi” con el programa Avidemux. El otro abra el programa GeoGebra.

Entre los dos, armen una tabla con los datos de tiempo y posición de la bolita.

Actividad 4

Empleando el GeoGebra, armen un gráfico que muestre la posición de la bolita en cada momento que pudieron determinar cuando desarmaron la imagen en fotogramas y analicen el gráfico obtenido:

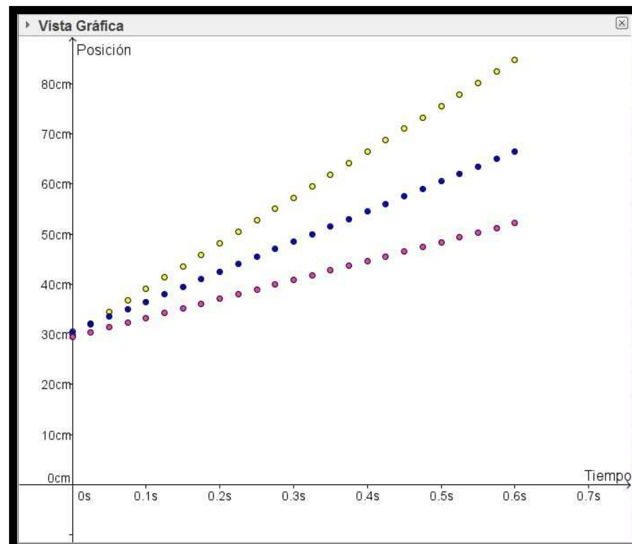
1. ¿La posición cambia a lo largo del tiempo? ¿Cómo?
2. ¿Pueden observar algún tipo de orden en la distribución de los valores de los datos?

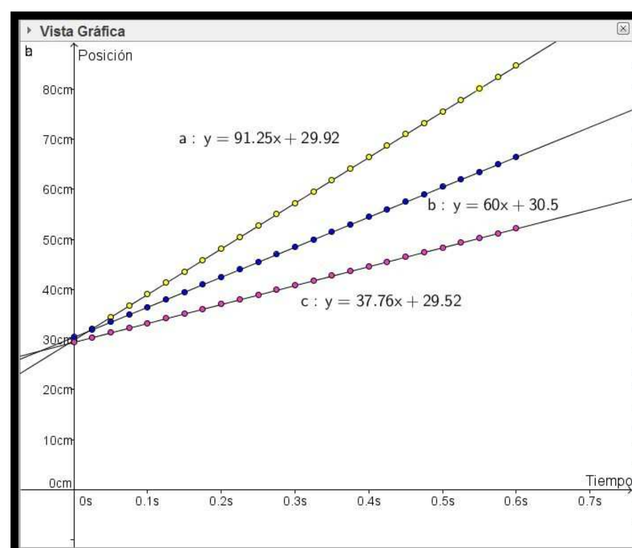
Actividad 5

Calculen el desplazamiento de la bolita y el tiempo que transcurre entre cada punto y el siguiente. A partir de estos datos, analicen con qué rapidez se mueve el auto.

Actividad 6

En el gráfico que se presenta a continuación, se hallan representadas tres distribuciones de puntos correspondientes a tres movimientos distintos. Analicen las diferencias y similitudes que encuentran entre ellas.





Actividad 7

Con lo que han aprendido hasta ahora, resuelvan el problema planteado originalmente: ¿qué distancia recorre el auto de la película cuando se mueve a 88 mph (≈39 m/s)?

Secuencia didáctica N.º 4 "Las orugas del vestido"

SINOPSIS

En esta secuencia didáctica, utilizaremos el caso imaginario de Habriko Kimonos, un productor de seda de Japón de principios del siglo XX, quien se encuentra ante la difícil tarea de obtener capullos de seda blanca, cruzando mariposas que producen seda amarilla con otras que producen seda blanca. Se invitará a los estudiantes a recorrer los intentos fallidos de este productor, que finalmente logra su objetivo. Valiéndose de la regularidad de los resultados de los cruzamientos, Habriko puede obtener la seda que necesita para fabricar un vestido de bodas para su hija.

Las regularidades que registra Kimonos se corresponden con las investigaciones que llevaron a Gregor Mendel a proponer las leyes de la herencia en el siglo XIX.

La genética es la rama de la biología que se encarga de estudiar la herencia y la variación entre los organismos. Esta disciplina ha ganado una creciente relevancia porque tiene implicancias en muy diversos ámbitos de amplio impacto en la actualidad: tanto en el desarrollo de la industria –como la modificación de organismos para mejorar aspectos productivos: organismos transgénicos– y en la medicina –por ejemplo, en diagnósticos prenatales–, como en cuestiones de opinión pública, tales la discusión sobre la influencia de los genes en la determinación de la conducta o de la capacidad intelectual. Los genes –o factores– fueron postulados originalmente como construcciones abstractas, sin un correlato físico. Posteriormente, los genes, aún considerados abstractos, se localizaronen los cromosomas y recién a partir de mediados del siglo XX se postuló un modelo de la estructura química del ADN, la macromolécula de la que están hechos los genes, que abrió camino a décadas de investigación en la estructura del material hereditario y su función.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Utilizando un programa para hacer presentaciones (**Microsoft PowerPoint**), como soporte para el relato y una planilla de cálculos (**Microsoft Excel**) como soporte para las actividades de los estudiantes, se los invita a construir estas reglas de la herencia de manera gradual, a revisarlas a la luz de nuevos datos empíricos, aportados por el relato, y a discutirlas y modificarlas de modo que se maximice su predictibilidad.

Las actividades han sido planificadas para que los estudiantes trabajen **en equipos de dos o más integrantes**, con **al menos dos netbooks** por equipo. En una de las netbooks los estudiantes seguirán el relato, y en la otra irán completando lo propuesto en las consignas.

La duración estimada de la secuencia es de **120 minutos**.

La presente secuencia didáctica ha sido planificada para que los estudiantes trabajen en equipos de dos integrantes o más con, al menos, dos netbooks por equipo. En una de ellas los estudiantes abrirán el archivo **relato.pptx,** y en la otra abrirán el archivo **tabla orugas.**xls*x*. Los momentos de la clase en que es necesario cambiar de netbook (o bien usar ambas a la vez) están indicados en el archivo relato.pptx con un ícono que simboliza esta acción: .

Además, el material de la secuencia didáctica consta de archivos adicionales de video que se abren siguiendo vínculos dentro del archivo *relato.pptx*.



Dado que esta secuencia didáctica se transitará en los soportes de dos programas del paquete Microsoft Office (PowerPoint y Excel), es necesario que todos los estudiantes los tengan instalados en sus netbooks. Se recomienda constatar esto la semana anterior a la clase, de modo que los estudiantes que no tengan activadas/instaladas sus versiones de Microsoft Office lo puedan hacer antes de comenzar con esta secuencia didáctica.

CONTENIDOS PREVIOS

La siguiente secuencia didáctica se propone como una primera aproximación al tema de la transmisión de las características de padres a hijos, es decir, a los mecanismos de la herencia biológica. Por este motivo, no precisa otros contenidos escolares como prerrequisito. Llegado el momento de introducir el concepto de líneas puras, se hace referencia a la existencia de razas de perros, con las que los estudiantes estarán suficientemente familiarizados.

OBJETIVOS

Los objetivos de esta secuencia didáctica son que los estudiantes logren:

- Identificar que hay caracteres que se heredan de forma discreta.
- Identificar las implicancias de la existencia de caracteres recesivos y dominantes.
- Elaborar reglas que permitan predecir el resultado de distintos cruzamientos, partiendo del análisis de un conjunto de observaciones.
- Comparar las reglas elaboradas con las primeras dos leyes de Mendel.
- Utilizar una presentación para seguir un relato multimedia.
- Utilizar una planilla de cálculos para realizar una tarea de manera interactiva.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA SECUENCIA DIDÁCTICA

La herencia por mezcla es la concepción alternativa que subyace a la mayor parte de explicaciones que los estudiantes suelen dar sobre la herencia biológica. Esta concepción lleva al estudiante a razonar que un organismo es el resultado de la mezcla entre

componentes provenientes del padre y de la madre, que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferente color. La herencia por mezcla se opone al postulado de herencia de caracteres discretos de la herencia mendeliana, y fracasa al tratar de explicar fenómenos como la desarparición de una caracterísitica en una generación y su reaparición en una posterior.

Entre los obstáculos más frecuentes que están en juego tras las representaciones de los conceptos de la biología, Astolfi (2009) menciona la presencia de: "explicaciones por transformaciones sin trabas, factibles en todos los sentidos: mezcla de elementos (herencia), "metamorfosis" posible de las especies (monstruos y unicornios que resultan de todo tipo de intermediarios y de ensamblajes...)". Por su parte, Wood-Robinson (1994), durante sus investigaciones, halló que en la mayoría de un grupo de estudiantes de 12 a 16 años persistía la idea de que el aspecto de un organismo se debe a una mezcla particulada aportada, no siempre en cantidades iguales, por el padre y por la madre. Así, explicaban que por ejemplo el color de pelo en los perros tiene una mayor influencia materna y que, en los humanos, los hijos heredarían más rasgos del padre y las hijas, de la madre. Esta concepción se relaciona con la sostenida en la antigüedad, según la cual las distintas partes del cuerpo de un organismo provenían de uno u otro progenitor (de forma excluyente) y lleva al estudiante a razonar que un organismo es el resultado de la mezcla entre componentes provenientes del padre y de la madre. Se opone a la herencia de caracteres discretos del modelo de herencia mendeliana, según el cual, por ejemplo, un carácter recesivo puede "saltear" generaciones (es decir, ser observable en una generación dada, y heredarse sin manifestarse, a lo largo de una genealogía).

Las principales dificultades para el aprendizaje de la herencia biológica relevadas por Knippels (2002), son las siguientes:

- La presencia de vocabulario específico.
- El contenido matemático inherente a los experimentos de Mendel.
- Los procesos a nivel celular implicados.
- La naturaleza abstracta de los contenidos inducida por la secuenciación curricular.
- La naturaleza compleja de la genética en tanto involucra fenómenos de distintos niveles de organización (celular, tisular, de individuos).

CONTENIDOS QUE SE TRABAJAN EN ESTA SECUENCIA Y RELACIÓN CON LOS NAP

Según los *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios* definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina (año 2011), la escuela debe ofrecer situaciones de enseñanza que promuevan el aprendizaje y la interpretación de los mecanismos hereditarios propuestos por Mendel desde la teoría cromosómica de la herencia (2do y 3er año).

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DIDÁCTICOS

Esta secuencia didáctica está diseñada de modo tal que los estudiantes puedan leer un relato, una historia fantástica, pero realista, que cuenta los trajines de un criador que desea obtener orugas que produzcan seda blanca. A lo largo del relato se muestran videos y se

proponen distintas actividades, que en su mayoría se deben realizar en el archivo *tabla orugas.xlsx*. Este archivo contendrá el registro escrito que los estudiantes entregarán al docente para su evaluación. La tabla incluida en este archivo consta de cinco columnas.

Color de la seda		¿De qué color suponen que será la seda de la descendencia?	¿De qué color resultó la seda?	¿Cómo comunicarían estos resultados?
Hembra	Macho			
Color amarillo	Color blanco	Amarillo claro	Amarilla	Si se cruzan una hembra amarilla y un macho blanco, toda la descendencia produce seda amarilla.

Soporte de la secuencia didáctica incluido en el archivo *tabla orugas.xlsx*.

En las subdivisiones de la primera columna, se detallan el color de la seda y el sexo de los individuos que estarán involucrados en los diferentes cruzamientos que proponen las actividades. La tercera columna corresponde a un campo de anticipación: se solicita a los estudiantes que prevean los resultados de los cruzamientos, basándose en sus propias concepciones o, en momentos más avanzados de la clase, teniendo en cuenta el cuerpo de resultados obtenidos. La cuarta columna incluye los resultados que efectivamente se obtienen con cada cruzamiento (este dato aparece luego de que el estudiante clickea un vínculo). En la última columna se propone a los estudiantes que comuniquen sus resultados, para así ensayar argumentación y defensa de explicaciones científicas. El archivo de la planilla de cálculos está diseñado para que, inicialmente, algunos de estos campos se autocompleten, mostrando al estudiante las pautas sobre cómo se espera que ellos trabajen en las actividades sucesivas.

El archivo cuenta con hipervínculos que llevan a distintas hojas en el documento en las que se pueden ver los resultados de los cruzamientos, carteles que dan algunas instrucciones procedimentales, y varias filas ocultas que el docente deberá ir mostrando (y pidiendo a los estudiantes que también lo hagan, quitando el caracter oculto a esas filas) secuencialmente, a lo largo de la actividad. Como algunos vínculos se vuelven visibles después de llenar ciertos campos, y la forma de ocultar las distintas filas y borrar los campos puede resultar engorrosa, ofrecemos al docente un archivo adicional llamado *tabla orugas en blanco.xlsx*, como respaldo. Este archivo posibilita tener una tabla donde no se guarden los cambios que pueda realizar el docente mientras muestra a los estudiantes cómo llenarla. Esta copia siempre mantendrá los campos en blanco y las celdas correctamente ocultas, por lo que es imprescindible no guardar cambios en este archivo. Por el contrario, el archivo *tabla orugas.xlsx* , al ser modificado por el docente o por los estudiantes, una vez que se guarda con los hipervínculos o filas ocultos visibilizados ya no puede transitarse del modo que está planteada la secuencia didáctica. Toda vez que el docente quiera una copia original del archivo, podrá contar con el de respaldo: *tabla orugas en blanco.xlsx*.

Recomendamos a los docentes recorrer la secuencia como si fuesen estudiantes, para familiarizarse con el material antes de llevarlo a la clase.

- Aquí encontrarás la presentación que hilvana esta secuencia:

- Aquí está la tabla que se trabaja en esta secuencia:

- Aquí están los vínculos para acceder a los vídeos que se trabajan en esta secuencia:

  "Ciclo de vida"

  "Habriko y su hija"

  "Hilado de capullos"

RECORRIDO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

A continuación se presenta un diagrama que esquematiza el tránsito por los archivos *relato.pptx* y *tabla orugas.xlsx*, a lo largo de la secuencia didáctica.

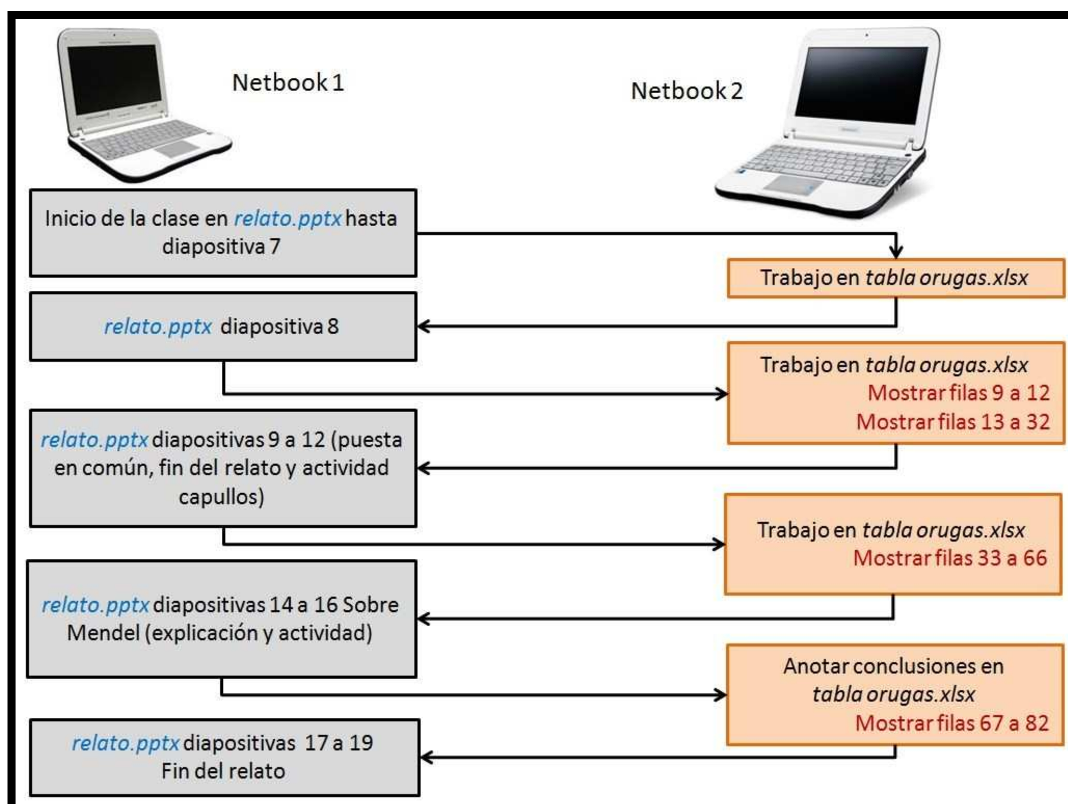


Figura 1. Esquema que resume el recorrido de la secuencia didáctica con el uso de 2 netbooks, para el trabajo en simultáneo con una planilla de cálculos y con una presentación

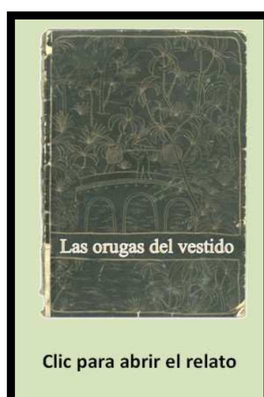
ACTIVIDAD 1: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA / LECTURA DEL RELATO MULTIMEDIAL

Consignas para los estudiantes

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Primera parte:

1. En grupos de 2 integrantes, abran en sus netbooks el archivo relato.pptx. Lean el relato multimedial en forma grupal, hasta la diapositiva 6.
2. ¿Por qué creen que este celoso criador sólo envió orugas macho a Habriko? Discutan la respuesta con su grupo y con el resto de la clase.



Portada del relato de la secuencia didáctica.

Descripción de la actividad

En esta primera parte, los estudiantes recorren la historia planteada mediante la lectura de un relato confeccionado en PowerPoint. A medida que avanzan en la historia, tienen la posibilidad de contemplar tres videos. La finalidad de esta actividad es otorgar un contexto concreto a un problema de herencia mendeliana simple que se trabajará en las siguientes etapas. El problema ancla en las desventuras de un criador de orugas de la seda, Habriko Kimonos, que se encuentra frente a la difícil tarea de obtener capullos de sea blanca, cruzando mariposas que produjeron seda amarilla, con mariposas de capullos blancos.

En cuanto a los contenidos, el tratamiento explícito de la existencia de líneas puras es importante, porque será un requisito para evaluar los resultados de distintos cruzamientos que se plantearán en actividades posteriores.

En el primer vídeo se observa en forma resumida el ciclo de vida de las orugas de la seda, que atraviesan diversos estadios en los cuales presentan importantes diferencias morfológicas.



Figura 3 *Morus alba*, también conocido como morera.



Figura 4. Distintas etapas del ciclo de vida de las mariposas de la seda huevo, larva (oruga), pupa (capullo), adulto (mariposa)



Los capullos de Bombyx mori son fáciles de conseguir. Llevarlos a la clase puede ser muy motivador para los estudiantes.



Mientras se proyecta el video sobre el ciclo de vida de las mariposas de la seda, el docente puede hacer algunos comentarios como:

"¿Sabían que esta especie ya no existe en estado silvestre? El hombre la domesticó, seleccionando aquellas orugas que produjeran mejor la seda".

También se pueden mencionar las razas de especies domesticadas: explicar que la endocría implica cruzar individuos que son muy parecidos y que suele realizarse para obtener una característica que el criador desea mantener.

"Estas orugas se alimentan exclusivamente de las hojas de la morera (Morus alba)".



Sugerimos simbolizar en el pizarrón los tres estadios clave del ciclo de vida de las mariposas de la seda: huevo, oruga y mariposa. Esto será útil para que no confundan qué es lo que se reproduce (las mariposas adultas) y qué es lo que produce la seda (la oruga, que es un estadio previo al adulto).

En el **segundo video** se muestra el proceso artesanal de hilado de la seda, y el **tercero** representa un diálogo entre Habriko Kimonos y su hija, que forma parte de la narración.



Cosecha e hilado de la seda

Una vez establecida la problemática (conseguir seda de un color distinto a la que producen los gusanos criados por el personaje) y una posible solución (la disponibilidad de orugas de un solo sexo productoras de seda blanca), les proponemos plantear la siguiente pregunta a los estudiantes: *¿Por qué creen que este celoso criador sólo envió orugas macho a Habriko?*

A partir de ella, se espera que los estudiantes reflexionen, en esta etapa aún de una manera intuitiva, sobre la necesidad de contar con individuos de ambos sexos, si se pretende mantener una línea pura.



Como esta pregunta se reiterará, en forma cada vez más compleja, durante toda la secuencia, no hace falta llegar a una respuesta definitiva en este momento. Sin embargo, se pueden dedicar unos minutos a desarrollar este concepto a partir de los conocimientos que los estudiantes tengan sobre la cría de razas de perros o especies de importancia agropecuaria.

Debemos hacer notar que la imposibilidad de mantener la raza pura de gusanos productores de seda blanca no implica que no se pueda obtener una raza híbrida que produzca también seda blanca, aunque difiera en otras características.

Estrategias TIC utilizadas

La presentación de diapositivas que ofrecemos en la página web de Escuelas de Innovación sirve como soporte del relato en formato multimedial, en el que se integran videos, imágenes y un texto narrativo con el objeto de trabajar el estudio de un caso concreto de manera amena y motivadora. Elegimos un video del ciclo de vida de las orugas de la seda, porque es una forma concreta y cautivante de presentar a los estudiantes el organismo que será objeto de estudio a lo largo de la secuencia didáctica. El hecho de que sea un organismo de interés productivo también puede captar el interés de los estudiantes, por eso incluimos un video en el que se ilustre la cosecha y el hilado de la seda. El tercer video fue elegido y editado de modo de dotar de vida a los personajes del relato, nuevamente con el objeto de generar mayor interés en la historia que sirve de ilación a la secuencia didáctica.

ACTIVIDAD 2: ANTICIPACIÓN, CONTRASTACIÓN Y GENERALIZACIÓN DE UNA REGLA / USO DE TABLA INTERACTIVA

Consignas para los estudiantes

Primera parte

1. *Continúen la lectura del relato hasta llegar a la consigna*:



2. *Abran en una segunda netbook el archivo* Tabla orugas.xlsx. *Este archivo contiene una planilla que será el registro escrito que deberán entregar al docente. Es una tabla donde figura el color de la seda producida por los individuos que participan de un cruzamiento (indicando cuál es el macho y cuál la hembra).*
3. *Como cuenta el relato, Habriko cruzó mariposas suyas, que producían seda amarilla, con las que le había enviado Le Raphael, que producían seda blanca. Como Le Raphael le envió únicamente machos, Habriko aportó hembras de su raza. ¿De qué color suponen que habrá resultado la seda de las orugas resultantes de ese cruzamiento? Escriban su respuesta en la tabla.*
4. *Vayan al vínculo que dice* "click acá para ver" *para ver qué resultado obtuvo Habriko al realizar este cruzamiento.*
5. *Regresen haciendo click en* "VOLVER A LA TABLA" *y completen el siguiente casillero.kl TG*
6. *Luego de haber completado la tabla, vuelvan al relato para continuar con la lectura.*

Color de la seda		¿De qué color suponen que será la seda de la descendencia?	¿De qué color resultó la seda?	¿Cómo comunicarían estos resultados?
Hembra	Macho			
Color amarillo	Color blanco			

Tabla 2. Los estudiantes registrarán sus predicciones, los resultados obtenidos y la comunicación de esos resultados.

Segunda parte

7. *Continúen la lectura del relato hasta llegar a la consigna:*



8. *Vuelvan a la planilla Tabla orugas.xslx, seleccionen las filas 9-12 y quítenles el carácter oculto (**seleccionar filas-botón derecho-mostrar**).*

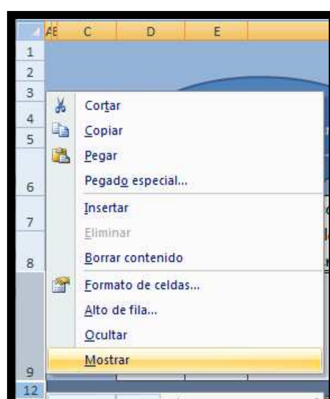


Figura 3 . Captura de pantalla que indica cómo hacer visibles las celdas ocultas en una planilla de cálculos.

Como ven, aparece una nueva fila con el cruzamiento recíproco del original: ahora se cruzan hembras que producen seda blanca con machos que producen seda amarilla.

9. *Completen la tabla como en el caso anterior:*

- *Anticipen de qué color será la seda que produzcan los descendientes de este cruzamiento.*
- *Comprueben si se cumplieron sus predicciones accediendo al nuevo vínculo que dice "click acá para ver".*
- *Comuniquen los resultados de este cruzamiento de un modo similar a la comunicación de los resultados anteriores.*

Tercera parte

10. *Quiten el carácter oculto a las filas 13-32 y completen la tabla comunicando los resultados que obtenían Habriko y Le Raphael cuando cruzaban las orugas de sus razas por separado.*
11. *Con toda la información reunida hasta este punto elaboren una regla que permita saber de qué color sería la seda obtenida en futuros cruzamientos. Esta regla debe ser predictiva, o sea que debe servir para anticipar cómo será el resultado de todos los cruzamientos que se puedan hacer con las orugas de Le Raphael y Habriko.*

Descripción de la actividad

En esta actividad, los estudiantes integran la información que extraen del relato y comienzan a sistematizarla en el formato de una tabla, realizando predicciones de los resultados, contrastándolas con los resultados empíricos y ejercitando la comunicación de los procedimientos efectuados por los personajes del relato y los resultados obtenidos. La actividad prosigue con la elaboración de una regla que pretende contemplar todos los cruzamientos vistos hasta entonces, y constituirse como un instrumento con valor predictivo.



Durante la primera parte de la actividad, se orienta con ejemplos a los estudiantes. El texto que aparece en la última celda se autocompleta cuando los estudiantes ven el resultado que obtuvo el criador. Les proponemos comentarles que esta celda corresponde a la comunicación de los resultados del cruzamiento, como si tuvieran que contarle a alguien que no conozca la historia de Habriko cuáles fueron los procedimientos realizados y los resultados obtenidos.

La finalidad de esta actividad es que los estudiantes comprendan que, cuando se cruzan individuos de una misma línea pura o raza, se obtienen individuos que se asemejan a sus parentales, y conservan rasgos a lo largo de las generaciones (el color de la seda en este caso). Por otro lado, cuando se cruzan individuos de líneas puras diferentes, los caracteres no necesariamente se mezclan sino que, como en todos los casos de herencia mendeliana simple, se manifiesta el carácter de uno de los progenitores (siempre el mismo: el color amarillo de la seda).

Además esta actividad busca que los estudiantes elaboren reglas exhaustivas para poder describir un fenómeno, al tiempo que se introduce la terminología específica del tema, una vez vistos en concreto los conceptos pertinentes. Las leyes científicas son reglas expresadas en lenguaje formal que relacionan dos o más variables, de modo causal: las leyes permiten predecir el resultado de la modificación de un factor o variable (o su probabilidad). La elaboración de las reglas por parte de los estudiantes es un ejercicio propicio para aproximarse al aspecto abstracto de las ciencias, así como contemplar su carácter predictivo.

Luego de que cada grupo escriba su regla para predecir el resultado de los cruzamientos, se hace visible en la tabla un mensaje que indica que en este momento el docente hará una puesta en común de lo trabajado, reconstruyendo lo elaborado por cada grupo de estudiantes y a la vez resaltando los aspectos conceptuales más importantes. Esta etapa es acompañada por la lectura de la diapositiva 9 del relato, en la que se apoya el docente para que los estudiantes puedan revisar las reglas propuestas y discutirlas.

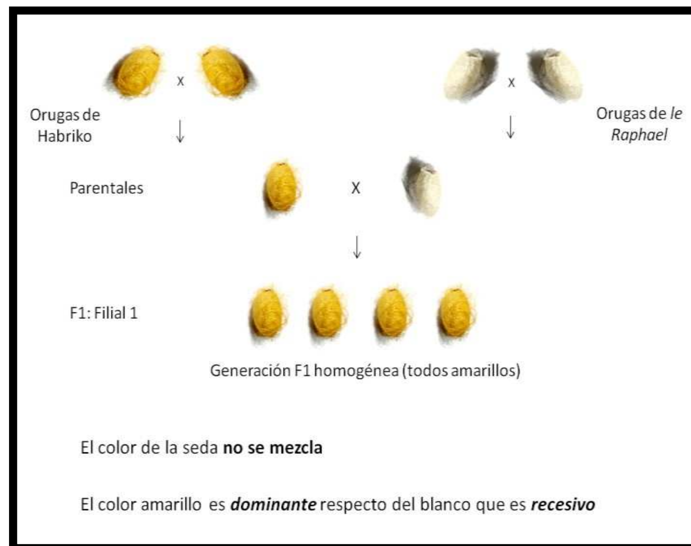


Figura 4. Representación gráfica de los cruzamientos realizados por Habriko y de los resultados que obtuvo al cruzar mariposas de líneas puras diferentes (productoras de seda blanca y de seda amarilla)

Para la puesta en común, les proponemos invitar a los estudiantes a enunciar las reglas que construyeron, mientras que sus compañeros deberán compararlas con las propias, y plantear en qué casos se cumplen y explicitar, de haberlos, en qué casos no.

Es fundamental en esta etapa llegar a una regla consensuada, que sea *exhaustiva,* es decir, que abarque todos los casos vistos. Esta regla se anota en un segundo cuadro en blanco en la planilla de trabajo, y debe contemplar que:

- si se cruzan dos mariposas que produjeron seda blanca, la descendencia producirá seda blanca;
- si se cruza una de seda blanca con una de seda amarilla, sin importar el sexo de los progenitores, la descendencia producirá seda amarilla;
- si se cruzan dos mariposas que producen seda amarilla, la descendencia producirá seda amarilla.

Al concluirse la redacción de la regla consensuada, les sugerimos hacer un resumen de los cruzamientos, e introducir a lo largo de la explicación conceptos como: *parentales, filial, dominante y recesivo,* y *caracteres discretos* (no “mezclables”). Pueden preguntar a la clase si alguien anticipó que la F1 sería amarillo claro, como si se tratara de la mezcla de dos pomos de témpera. En caso afirmativo, les proponemos reforzar la idea de que el color de la seda se hereda de forma discreta, y no, por mezcla.



En la puesta en común les sugerimos señalar que la generación F1 es homogénea, que toda la descendencia muestra uno de los caracteres (aclarar que el carácter es un rasgo observable en un organismo, por ejemplo, el color de la seda que producen las orugas) y no una mezcla de los dos, por lo que se dice que la herencia de estos caracteres es discreta.

Sugerimos también hacer notar que, ya que en el cruzamiento de dos líneas puras siempre se manifiesta un carácter determinado y no, el otro, indica que existe una relación entre estos. Se dice que el carácter amarillo es dominante y el carácter blanco, recesivo.

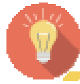
Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Al mostrar los resultados de los cruzamientos de cada línea pura por separado, y de las líneas puras entre sí, se evidencia la herencia discreta de un carácter (el color de la seda). Mediante la elaboración de la regla, basada en sesenta cruzamientos (y miles de descendientes) en los que toda la progenie resultó homogénea, se busca que los estudiantes comprendan que están frente a una *regularidad*, la herencia de caracteres discretos, y que esta regularidad se opone a la *herencia por mezcla*.

Algunas dificultades radican en la exigencia de incorporar terminología específica del tema, y otras, en la naturaleza abstracta de la genética mendeliana. El trabajo con un caso concreto emplazado sobre un hilo conductor narrativo pretende generar una motivación intrínseca en el estudiante por aproximarse a estos conocimientos de manera contextualizada. Por eso se construye la secuencia presentando primero el fenómeno, para que los estudiantes construyan sus propias abstracciones, y finalmente, una vez contextualizada, se presenta la terminología específica de ese área del conocimiento.

Estrategias TIC utilizadas

La presentación de diapositivas sirve como soporte del relato en formato multimedial. La planilla de cálculo se utiliza para trabajar principalmente la sistematización de la información y la redacción de textos sintéticos que la describan. El uso de vínculos y la posibilidad de ocultar y mostrar filas promueve una mayor interactividad entre los estudiantes y este soporte.



Al finalizar la puesta en común, el docente puede preguntar a la clase si alguien anticipó que la F1 sería amarillo claro, como si se tratara de la mezcla de dos pomos de témpera. En caso afirmativo, puede reforzar la idea de que el color de la seda se hereda de forma discreta, y no por mezcla.



- Es conveniente incorporar los conceptos técnicos -dominante, recesivo, herencia de caracteres discretos, filial y parentales- una vez que se los carga de sentido en la puesta en común. Mencionarlos antes puede producir confusión, o en el mejor de los casos, la incorporación de términos aislados de su significado.

- Nótese que puede prescindirse totalmente de conceptos de la teoría cromosómica de la herencia, como cromosomas, genes y alelos. Se recomienda no introducirlos en esta secuencia didáctica, ya que quedarían fuera de contexto.



Algo que podría facilitar la evaluación por parte del docente es que le asignen al archivo de Excel el nombre de los integrantes del grupo.

ACTIVIDAD 3: COTEJO DE LA REGLA ELABORADA CON NUEVOS RESULTADOS OBTENIDOS / USO INTERACTIVO DE LA PLANILLA Y LA PRESENTACIÓN, Y REGISTRO ESCRITO DE LO ELABORADO

Consignas para los estudiantes

Primera parte

1. *Continúen con la lectura del relato hasta llegar a la diapositiva 12.*

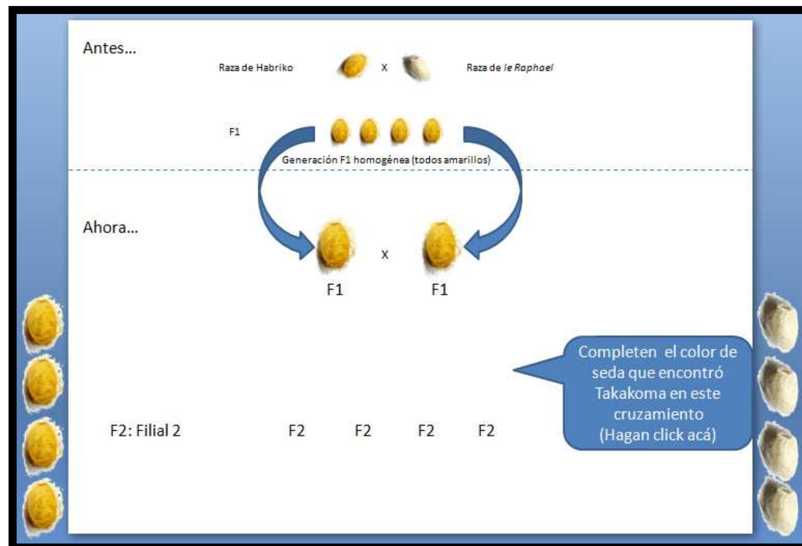
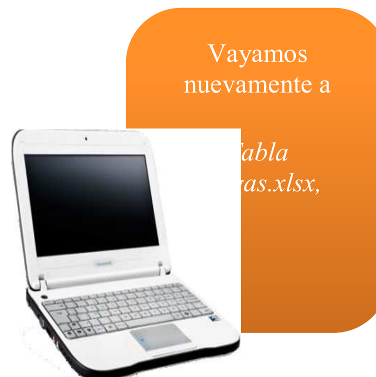


Figura 5. Captura de la diapositiva con la primera consigna de la actividad 3

.

2. *Completen el color de seda que encontró Takakoma en este cruzamiento. Para ello, deben ir al vínculo "Hagan click acá".*
3. *Una vez fuera de la presentación, usen los capullos blancos y amarillos para completar el color de la seda que habrán tenido los descendientes del cruzamiento F1 x F1.*

Segunda parte



4. *Vayan al archivo Tabla orugas.xslx y quiten el carácter oculto a las filas 33-66.*

5. *Redacten en la tabla cómo comunicarían los resultados de los cruzamientos que realizó Takakoma.*

Los resultados de Takakoma:				
Color de la seda de los parentales			Color de los capullos	¿Cómo comunicarían estos resultados?
Hembra	Macho			
F1 (Habriko x *Le Raphael*)	F1 (Habriko x *Le Raphael*)	➡		

Figura 6. Actividad en la que los estudiantes deben comunicar cómo resultó la segunda filial (F2).

6. *Retomando ahora la regla que ustedes habían enunciado para poder predecir los resultados de los cruzamientos hechos por Habriko y Le Raphael (verán que vuelve a aparecer en las filas 43 a 45), ¿consideran que esta regla sigue valiendo en todos los casos? Usen a menos un ejemplo para explicarlo.*
7. *Propongan una regla que permita predecir el resultado de todos los cruzamientos vistos hasta acá.*

Descripción de la actividad

Según el relato, los resultados de cruzamientos controlados por Takakoma, el sobrino de Habriko, en los cuales se aparean mariposas de la seda de la generación F1 –que producen capullos amarillos– dan origen a una *segunda filial* o F2. De estos cruzamientos, se obtiene siempre una mayoría de orugas que producen seda amarilla y, en menor proporción, orugas que producen seda blanca.

La finalidad de esta actividad es que los estudiantes comprendan que los caracteres recesivos pueden saltear generaciones. Asimismo, se propone como objetivo que los estudiantes revisen las reglas que enunciaron anteriormente y que intenten elaborar una nueva, más abarcadora, que pueda explicar todos los resultados vistos hasta allí.

En la primera parte, los estudiantes deben completar en una diapositiva el resultado de los cruzamientos F1 x F1 según los resultados comentados en el relato. Se espera que, de los cuatro capullos que representan la F2, uno sea blanco. La actividad está sesgada, de modo que los estudiantes representen una minoría de capullos blancos; pero si pusieran, por ejemplo, dos blancos y dos amarillos, no estarían cometiendo un error conceptual significativo, ya que en esta secuencia didáctica no se trabajan aspectos del *modelo* de la herencia mendeliana, sino únicamente sus *leyes*. El objetivo es que los estudiantes observen que en la F2 reaparece el color blanco de los capullos.

Luego se pide que completen la comunicación de estos resultados en la tabla de Excel, de modo que en ese archivo queden registrados todos los cruzamientos realizados, con sus resultados. En esta parte, el docente puede remarcar que *el carácter recesivo, que es el color blanco de la seda,* que estaba presente en la generación progenitora, *reapareció* en la F2, también debió de haber estado presente de alguna manera en la generación F1, aunque no apareciese allí.

En la segunda parte de la actividad se pide a los estudiantes que revisen si la regla enunciada continúa valiendo cuando se agrega el cruzamiento F1 x F1. Se espera que discutan para concluir que ya no vale para todos los casos. La regla fallará en predecir el cruzamiento de dos mariposas que produjeron seda amarilla, ya que pueden dar descendencia totalmente amarilla –si ambas eran puras: de la raza de Habriko– o descendencia amarilla y blanca, si el cruzamiento es F1 x F1.

Entonces, se les pide que enuncien una nueva regla que pueda predecir todos los casos. Esa regla sería como la primera, pero salvando el caso del cruzamiento de las mariposas de seda amarilla, contemplando que:

- - si se cruzan dos mariposas que, siendo orugas, produjeron seda blanca, la descendencia producirá seda blanca;
- - si se cruza una mariposa cuyo capullo era de seda blanca con una de seda amarilla (sin importar el sexo de los progenitores), la descendencia producirá seda amarilla;
- - si se cruzan dos mariposas cuyas orugas produjeron seda amarilla, y estas eran puras, la descendencia producirá únicamente seda amarilla;
- - si se cruzan dos mariposas cuyas orugas produjeron seda amarilla, y estas provienen de la F1, parte de la descendencia producirá seda amarilla, y una minoría producirá seda blanca.



Es probable que no todos los grupos lleguen a enunciar esta segunda regla contemplando todos los casos, por lo que se recomienda hacer una puesta en común, para que entre todos revisen las reglas propuestas por los distintos grupos, se destaquen las modificaciones introducidas a la regla inicial y se logre una regla consensuada, que tome la forma de la antes enunciada.
En la puesta en común recomendamos proyectar la diapositiva que resume todos los cruzamientos vistos (número 12).

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad se pone de manifiesto el hecho de que los rasgos recesivos pueden saltar generaciones, hecho que se opone a la concepción alternativa según la cual los caracteres se heredan únicamente de uno u otro parental. Bajo esta concepción, en una generación dada no podría reaparecer el carácter blanco del color de la seda, si los progenitores producían seda amarilla (heredada, a su vez, a partir de un parental que producía seda amarilla).

Estrategias TIC utilizadas

Las herramientas TIC utilizadas son la planilla de cálculos y el programa para hacer presentaciones. Ambas sirven como soporte interactivo para la resolución de actividades, así como para que los estudiantes lleven un registro escrito de la clase, y puedan retomar sus propias ideas, y revisarlas a la luz de los nuevos datos y problemas que se agregan en esta actividad.

ACTIVIDAD 4: COMPARACIÓN DE LAS REGLAS CON LAS LEYES DE MENDEL / REGISTRO ESCRITO DE LO REALIZADO EN LA PLANILLA

Consignas para los estudiantes

Primer paso

1. *Vuelvan al archivo relato.pptx, en la diapositiva 14.*

Gregor Mendel (1822 –1884) , monje agustino, nacido en Heinzendorf, Austria (hoy República Checa).

Realizó experimentos para estudiar los mecanismos de la herencia, utilizando el guisante común (la planta que produce arvejas).

Efectuó cruzamientos entre distintas variedades con diferentes características.

Semilla		Flor	Vaina		Tallo	
Forma	Cotiledones	Color	Forma	Color	Lugar	Tamaño
Gris y Redondo	Amarillo	Blanco	Lleno	Amarillo	Vainas axilares. Las flores crecen a los lados	Largo (~3m)
Blanco y Arrugado	Verde	Violeta	Constreñido	Verde	Vainas terminales. Las flores crecen en la cúspide	Corto (~30cm)
1	2	3	4	5	6	7

Sus experimentos le permitieron enunciar 3 leyes sobre la herencia...

Figura 7. Captura de la diapositiva que introduce el trabajo realizado por Gregor Mendel.

Segundo paso

2. *En el archivo de Excel (fila 68) señalen coincidencias y diferencias entre la primera regla elaborada entre todos y la ley de uniformidad.*
3. *La segunda regla que elaboraron ¿contempla la segunda ley de Mendel? Escriban una comparación en el archivo de Excel (fila 77).*
4. *Completada esta actividad, continúen leyendo el relato hasta el final.*

Luego de la explicación del docente acerca del trabajo de Gregor Mendel, se pedirá a los alumnos que pasen a la siguiente diapositiva, donde se desarrolla la **Primera Ley de Mendel (o ley de uniformidad):**

"Cuando se cruzan **dos líneas puras que difieren en alguna característica**, en la primera generación (F1) **todos los miembros** de la progenie muestran solamente **una de las dos características** alternativas. La otra característica no se observa en ningún miembro de la progenie".

A partir de la diapositiva número 16 del relato, se pide que analicen la Segunda Ley de Mendel (o Ley de segregación de los caracteres en la segunda filial):

"Cuando se cruzan individuos de la primera generación filial (F1) entre sí, producen una segunda generación filial (F2) en la que reaparece la característica que había desaparecido en la primera generación".

Descripción de la actividad

Se trata de una actividad de cierre de la secuencia, en la cual se pretende establecer ante los estudiantes la “universalidad” de las leyes que se han encontrado, aunque se hayan elaborado solo en base a los resultados correspondientes a cruces entre mariposas de la seda.

Basándose en al diapositiva 14 del archivo *relato.pptx*, sugerimos al docente introducir el trabajo de Gregor Mendel (Curtis *et al.*, 2008), aclarando, que aunque su organismo de estudio era otro (plantas de arvejas de la especie *Pisum sativa*), sus observaciones le permitieron establecer reglas generales relativas a la herencia, que valen tanto para el caso particular la herencia del color del capullo de las mariposas de la seda, como para la herencia de muchos caracteres en muchísimas especies.

También pueden contar que Mendel eligió algunos caracteres para estudiarlos en detalle, como por ejemplo, el color de las arvejas y la forma de las vainas que las contenían.



Vale la pena remarcar que los caracteres a estudiar pueden ser muy diversos, y no siempre son colores, aunque estos sean útiles experimentalmente porque suelen ser fáciles de registrar. Algunos ejemplos de caracteres con herencia mendeliana en humanos son: la barbilla (partida: dominante, sin partir: recesiva), la presencia de pecas faciales (dominante), los lóbulos de la oreja (libres: dominante, unidos: recesivo), así como enfermedades, por ejemplo la fibrosis quística (trastorno hereditario recesivo).



Si no se ha mencionado ya, puede ser un momento propicio para hacer notar que Mendel trabajó con grandes cantidades de plantas, de manera de asegurarse que no obtenía sus resultados "por casualidad", es decir, que eran reproducibles.

Al pedir explícitamente una comparación entre las reglas por ellos elaboradas con las conclusiones de los experimentos de Mendel, esta actividad implica una reflexión metacognitiva sobre el producto de las actividades anteriores.

Cómo ayuda esta secuencia a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

El principal aporte al aprendizaje de una actividad metacognitiva, si se lleva a cabo de manera genuina, es la clarificación conceptual sobre lo ya trabajado en actividades previas. Esto será particularmente propiciado cuando existan diferencias entre las reglas construidas por los estudiantes y las "versiones oficiales" enunciadas por el docente.

En esta actividad los estudiantes revisan las reglas enunciadas por ellos, integrando en buena medida el vocabulario específico de la herencia biológica, y abordan las regularidades que devienen de la herencia de caracteres discretos entre organismos que se reproducen sexualmente.

Alcances de esta secuencia

Debemos aclarar que no se realiza una revisión exhaustiva de los resultados de todos los cruzamientos posibles entre los individuos que se describen en el relato. Al finalizar la secuencia, no se espera que los estudiantes puedan predecir el resultado de un individuo de la F1 cruzado con algún parental, o de alguno de estos cruzado con individuos de la F2. En cambio, se espera que los estudiantes encuentren regularidades en la herencia del color de la seda y que se familiaricen con el vocabulario específico, como los conceptos de *dominancia* y *recesividad*. No obstante, no se pretende abordar en esta secuencia didáctica el modelo con el que se vinculan las leyes de Mendel, según el cual la descendencia hereda *un factor* por cada progenitor y estos descendientes a su vez aportarán *solo uno de sus dos factores* de forma azarosa a cada uno de sus hijos. Más bien, sugerimos utilizar esta secuencia didáctica como puntapié inicial para acercarse al modelo de herencia mendeliana.

Otro aspecto que merece ser atendido es que hemos abordado la transmisión de caracteres que siguen una forma de herencia mendeliana simple. Esto constituye, sin duda un buen punto de partida, pero convendría mencionar que no todos los caracteres se ajustan a este modo de transmisión de padres a hijos, y recordar a los estudiantes que hay caracteres que dependen de muchos factores y que, por lo tanto, no presentan un patrón de herencia predecible, o lo hacen, pero de forma más compleja.

Los factores que influyen en la expresión de los caracteres de un organismo son básicamente de dos tipos: *hereditarios* (genes) y *ambientales*. Entre los hereditarios, puede haber varios factores que influyan sobre la expresión de un rasgo.

Se recomienda tratar estos aspectos en clases posteriores, sobre todo si pensamos en la educación en Ciencias Naturales como subsidiaria de una alfabetización científica de los estudiantes. En este sentido, son abundantes en los medios de comunicación las referencias a distintas enfermedades hereditarias, o la asignación del carácter de hereditarias a conductas complejas, como pueden ser la delincuencia o la agresividad. Esto último se conoce como *determinismo genético*, y es una reducción del entendimiento de ciertos caracteres complejos a causas únicamente hereditarias, cuando, en realidad, se trata de rasgos fuertemente influidos por el ambiente. Pensamos que todos estos contenidos deberían ser abordados a lo largo de la formación en la escuela media.

Para profundizar el tema

Esta secuencia, que aborda las dos primeras leyes de Mendel, ha sido pensada como una primera aproximación al tema de la herencia, y puede continuarse por múltiples caminos.

Reiteramos que *no se ha trabajado hasta aquí en el modelo* para la herencia propuesto por Mendel. Los modelos científicos van más allá de las regularidades de las que dan cuenta las leyes: intentan *explicar las causas* de los fenómenos observados, mientras que las leyes son enunciados de reglas que no pretenden responder por qué ocurren tales regularidades.

El trabajo con el modelo de herencia mendeliana, así como su construcción a partir de datos experimentales y de hipótesis razonables podría ser el tema de clases posteriores. Esto permitiría abordar con posterioridad la teoría cromosómica de la herencia, que dotó de un sustento incuestionable el modelo propuesto por Mendel.

Otra alternativa sería, luego de verse el modelo de herencia de *factores* de Mendel, pasar a la introducción del concepto matemático de *probabilidad*. Aunque no los hemos incluido en esta secuencia, el tratamiento matemático de proporciones y probabilidades resulta crucial para comprender y valorar los resultados encontrados por Mendel y puede ser un buen apoyo para la enseñanza de la tercera ley, en la que se combina la herencia de caracteres independientes.



En ambos casos se presentan estas “leyes” como meras interpretaciones fenomenológicas, sin hacer referencia aún a la batería de argumentos provenientes de la teoría de probabilidades, que Mendel también utilizó, que podrían ser introducidos en una clase posterior.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

A modo de actividades de evaluación proponemos trabajar con actividades que permitan a los estudiantes aplicar los conceptos construidos en esta secuencia didáctica.

Podría trabajarse, por ejemplo, sobre el color de las flores de determinadas plantas, dado que la mezcla de colores es algo que intuitivamente podrían prever los estudiantes. En este caso, debemos aclarar que el carácter se hereda de manera mendeliana, y que no se ve influido por las variables ambientales, como ocurre en muchas especies.

CIERRE DE LA SECUENCIA

Proponemos cerrar la secuencia didáctica con una reflexión sobre el poder explicativo de las leyes científicas. Se puede destacar que las leyes:

- - describen regularidades que se dan en la naturaleza;
- - no buscan explicar las causas de un fenómeno;
- - se validan si se cumplen de manera reproducible en muchas circunstancias distintas.

A diferencia de los *modelos* científicos –que pueden ser introducidos en una clase subsiguiente a esta secuencia–, las leyes no buscan explicar por qué se dan los fenómenos, sino expresar de alguna forma (generalmente, valiéndose de expresiones matemáticas o lógicas) las regularidades en la naturaleza, cuyos resultados son predecibles.

Las primeras dos leyes de Mendel sirven para predecir el resultado del cruzamiento de líneas puras diferentes y de los híbridos (F1) entre sí, pero no nos permiten acceder a las causas de este fenómeno. Para poder explicar por qué la herencia de estos caracteres se da de esta manera, Mendel debió recurrir a un modelo, que guarda relación con las leyes que enunció, pues sirve para explicar por qué se dan las regularidades observadas.

Para ilustrar su distinción, pueden ofrecer a los alumnos un ejemplo de leyes y modelos, Uno es el de Johannes Kepler. Su primera ley, sobre el movimiento de los planetas alrededor del Sol dice:

"Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse".

En el enunciado de esta ley no importa cuáles son las razones que hacen a las órbitas elípticas, ni por qué el Sol está en uno de los focos de las elipses. Pero aun así, es un instrumento que sirve para entender cómo se mueven los planetas, y permite predecir su posición en el cielo.

En contraposición, el modelo del Sistema Solar, atribuible a los aportes de Copérnico, Kepler, Galileo y Newton, se nutre del concepto de la *fuerza de gravedad*, para explicar por qué los planetas y el Sol se atraen mutuamente, fundamentación que explica también la forma de las órbitas planetarias alrededor del Sol.

Estas reflexiones pueden ser retomadas al encararse el modelo de factores (genes) propuesto por Mendel, y ver cómo este modelo tiene una correspondencia directa con las regularidades que enuncian sus leyes.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia.*

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Lectura del relato multimedial

1. *En grupos de 2 integrantes, abran en sus netbooks el archivo* ***relato.pptx****. Lean el relato multimedial en forma grupal, hasta la diapositiva 6.*
2. *¿Por qué creen que este celoso criador sólo envió orugas macho a Habriko? Discutan la respuesta con su grupo y con el resto de la clase.*

Actividad 2: Trabajo en la planilla de cálculos

Primera parte:

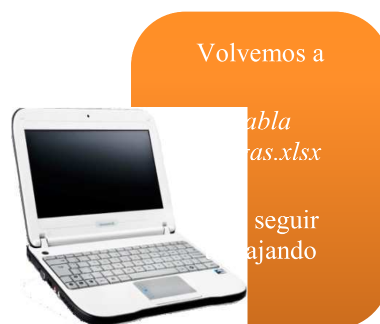
1. *Continúen la lectura del relato hasta llegar a la consigna:*



2. Abran en una segunda *netbook* el archivo *Tabla orugas.xlsx*. Este *archivo contiene una planilla que será el registro escrito que deberán entregar al docente. Es una tabla donde figura el color de la seda producida por los individuos que participan de un cruzamiento (indicando cuál es el macho y cuál la hembra).*
3. *Como cuenta el relato, Habriko cruzó mariposas suyas, que producían seda amarilla, con las que le había enviado Le Raphael, que producían seda blanca. Como Le Raphael le envió únicamente machos, Habriko aportó hembras de su raza. ¿De qué color suponen que habrá resultado la seda de las orugas resultantes de ese cruzamiento? Escriban su respuesta en la tabla.*
4. *Vayan al vínculo que* dice "click acá para ver" para ver qué resultado obtuvo Habriko al realizar este cruzamiento.
5. Regresen haciendo click en "VOLVER A LA TABLA" y completen el siguiente casillero.
6. *Luego de haber completado la tabla, vuelvan al relato para continuar con la lectura.*

Segunda parte

7. *Continúen la lectura del relato hasta llegar a la consigna*:



8. *Vuelvan a la planilla Tabla orugas.xslx, seleccionen las filas 9-12 y quítenles el carácter oculto (**seleccionar filas-botón derecho-mostrar**).*

Como ven, aparece una nueva fila con el cruzamiento recíproco del original: ahora se cruzan hembras que producen seda blanca con machos que producen seda amarilla.

9. *Completen la tabla como en el caso anterior:*

- *Anticipen de qué color será la seda que produzcan los descendientes de este cruzamiento.*
- *Comprueben si se cumplieron sus predicciones accediendo al nuevo vínculo que dice "click acá para ver".*
- *Comuniquen los resultados de este cruzamiento de un modo similar a la comunicación de los resultados anteriores.*

Tercera parte

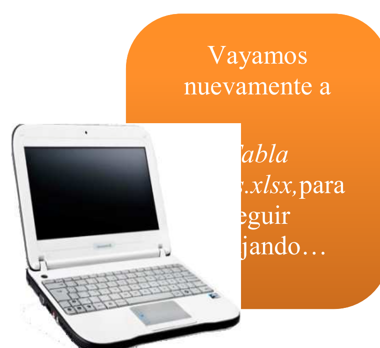
10. *Quiten el carácter oculto a las filas 13-32 y completen la tabla comunicando los resultados que obtenían Habriko y Le Raphael cuando cruzaban las orugas de sus razas por separado.*
11. *Con toda la información reunida hasta este punto elaboren una regla que permita saber de qué color sería la seda obtenida en futuros cruzamientos. Esta regla debe ser predictiva, o sea que debe servir para anticipar cómo será el resultado de todos los cruzamientos que se puedan hacer con las orugas de Le Raphael y Habriko.*

Actividad 3: Análisis del poder predictivo de la regla elaborada

Primera parte

1. *Continúen con la lectura del relato hasta llegar a la diapositiva 12.*
2. *Completen el color de seda que encontró Takakoma en este cruzamiento. Para ello, deben ir al vínculo "Hagan click acá".*
3. *Una vez fuera de la presentación, usen los capullos blancos y amarillos para completar el color de la seda que habrán tenido los descendientes del cruzamiento F1 x F1.*

Segunda parte



4. *Vayan al archivo Tabla orugas.xslx y quiten el carácter oculto a las filas 33-66.*
5. *Redacten en la tabla cómo comunicarían los resultados de los cruzamientos que realizó Takakoma.*
6. *Retomando ahora la regla que ustedes habían enunciado para poder predecir los resultados de los cruzamientos hechos por Habriko y Le Raphael (verán que vuelve a aparecer en las filas 43 a 45), ¿consideran que esta regla sigue valiendo en todos los casos? Usen a menos un ejemplo para explicarlo.*
7. *Propongan una regla que permita predecir el resultado de todos los cruzamientos vistos hasta acá.*

Actividad 4: Las leyes de Mendel

1. *Vuelvan al archivo relato.pptx, en la diapositiva 14.*
2. *En el archivo de Excel (fila 68) señalen coincidencias y diferencias entre la primera regla elaborada entre todos y la ley de uniformidad.*
3. *La segunda regla que elaboraron ¿contempla la segunda ley de Mendel? Escriban una comparación en el archivo de Excel (fila 77).*
4. *Completada esta actividad, continúen leyendo el relato hasta el final.*

Secuencia didáctica N.º 5 “Resortes”

SINOPSIS

Los resortes tienen una gran importancia en el desarrollo de equipos sofisticados, ya que su capacidad recuperadora es determinante de la utilidad de estos equipos. Por otro lado, en la vida cotidiana se emplean resortes en dispositivos sumamente sencillos, con los cuales los estudiantes están familiarizados. La elasticidad de los resortes está descripta por la ley de Hooke, la cual establece que los resortes se estiran en forma directamente proporcional a la fuerza que se les aplica. Esa constante de proporcionalidad elástica es particular para cada tipo de resorte y está determinada por las estructuras química y física del material con que está construido, la cantidad y tamaño de las espiras, etc.

En esta secuencia se buscará que los estudiantes propongan un experimento sencillo para comparar cualitativamente la elasticidad de dos resortes, y lo realicen. En una segunda parte, se propondrá otro experimento para calcular la constante de proporcionalidad elástica de dos resortes y se la relacionará con sus elasticidades.

La duración estimada para la aplicación de esta secuencia didáctica es de 120 minutos, variando de acuerdo a las características del grupo de estudiantes.

OBJETIVOS

Que el estudiante:

- Realice un diseño experimental para resolver una situación problemática.
- Establezca correspondencias entre una expresión matemática y un gráfico.
- Obtenga la expresión matemática de la ley que rige el fenómeno en estudio
- Explique la elongación del resorte a partir de las leyes de Newton.
- Utilice las TIC para el registro de la experiencia, la tabulación de datos y la confección de gráficas.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Un obstáculo importante, y muy frecuente, para el aprendizaje de la Física es que los estudiantes son propensos a interpretar los fenómenos físicos en relación con las propiedades intrínsecas de los objetos, en lugar de hacerlo con respecto a la interacción de los elementos del sistema (Driver, 1992).

Otra dificultad observada es la tendencia a ubicar su foco de atención en el cambio y no, en las situaciones de equilibrio. Específicamente en la mecánica, los estudiantes reconocen la existencia de una fuerza si perciben algún movimiento, mas les cuesta advertirla cuando los sistemas se encuentran en equilibrio.

Adicionalmente es muy común que los estudiantes de los diferentes niveles de formación (secundaria y universitaria) enfrenten la solución de problemas de forma algebraica y los descontextualicen de los argumentos conceptuales de la física. Desde el dominio matemático, encuentran dificultad en diferenciar situaciones en las cuales las cantidades se relacionan aditivamente de aquellas en que las cantidades se relacionan multiplicativamente (proporcionalidad directa). En general, el alumnado no dispone de las herramientas matemáticas necesarias para abordar la parte algebraica de los ejercicios, y se concentra más en tratar de resolver estas cuestiones que en analizar los conceptos físicos puestos en juego.

NAP VINCULADOS CON LA SECUENCIA

Los principales contenidos que se trabajan en esta secuencia son la ley de Hooke y la relación de proporcionalidad directa. Además se hace hincapié necesidad de enseñar la interpretación de gráficos y se brinda un marco teórico para la interpretación y el aprendizaje de las leyes de Newton. Estos contenidos forman parte de los siguientes lineamientos curriculares:

- La comprensión de que los fenómenos físicos pueden ser modelizados y descriptos a través de expresiones matemáticas

- La utilización de las leyes de Newton como marco explicativo para algunos fenómenos físicos (Núcleos de Aprendizaje Prioritarios definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina, 2°/3° año, año 2011).

COMENTARIOS PREVIOS A LA SECUENCIA

Esta secuencia está diseñada para que los estudiantes realicen una experiencia de laboratorio en el aula con pocos materiales y de fácil acceso (ver Materiales) y la registren con sus netbooks, filmándola o tomando fotos. Se propone que los estudiantes formen grupos de alrededor de cuatro integrantes, a los cuales se les entregan dos resortes de distinta elasticidad. Deberán diseñar un dispositivo experimental para determinar cuál de los dos se estira más ante la aplicación de una misma fuerza que, en este caso, es la que realizan juegos de pesas o plomadas. Se registrarán imágenes de la experiencia, que servirán para extraer datos que luego se analizarán.

La secuencia consta de dos etapas. En la primera, los estudiantes propondrán un diseño experimental para determinar cualitativamente cuál de los dos resortes que se les entregaron es más elástico, y lo llevarán a cabo. En la segunda etapa, se los guiará en un diseño experimental en el cual harán una determinación cuantitativa del comportamiento que observaron al comienzo.

En el caso de no contar con los materiales necesarios para que los estudiantes realicen la experiencia, los invitamos a utilizar la secuencia de imágenes que compartimos al final de esta planificación. Si bien la primera parte de la secuencia será algo diferente, la toma de los datos y su análisis posterior puede realizarse de igual manera. Se sugiere, en este caso, discutir con los estudiantes cómo se diseñó el experimento que nosotros proponemos y ver de qué otra forma se les ocurre que podría haberse realizado.

Para realizar la parte 2 de la actividad 1, en la cual se discuten las características de los resortes, puede utilizarse el que se encuentra en la mayoría de las biromes o simplemente los conocimientos previos de los chicos. El análisis cualitativo de las actividades 2 y 3 se puede realizar a partir de las imágenes de la experiencia que se adjuntan; y el desarrollo de la actividad 4 en adelante no requiere de la realización del experimento, tanto si las fotos fueron tomadas por los chicos como si se emplean las que se presentan aquí.

Al final de esta planificación, encontrarán también un modelo de informe que pueden completar los estudiantes. Queda a criterio de cada docente rearmarlo o acomodarlo de acuerdo a lo que estime conveniente, tanto en contenido como en formato. Consideramos sumamente importante que se trabaje con los chicos sobre los siguientes puntos: cómo se describe la experiencia realizada, cuál es la manera más adecuada para registrar los datos y cómo se analizan los mismos, y cómo se presenta un resultado. Todo esto es válido tanto si

se utilizaron las fotografías tomadas por los estudiantes como si se usaron las provistas en este texto, pues el análisis de las imágenes es indistinto.

MATERIALES

Se sugiere entregar a cada grupo de estudiantes al menos dos resortes de diferente dureza y uno o dos juegos de pesas o plomadas de distinta masa, además de variados elementos de sujeción como chinches, cinta adhesiva, clips, etc.



Figura 1: resortes (izquierda) juego de plomadas (derecha)



Los demás materiales que se utilizarán dependerán de la forma en que los chicos decidan armar el dispositivo. Si quieren incluir en el mismo un sistema de referencia, seguramente necesitarán una cartulina u hojas de papel para pegar atrás del resorte y adosarle una regla; si deciden tomar los desplazamientos con la computadora, no precisan ningún material adicional.

PRIMERA ETAPA: ESTUDIO CUALITATIVO

En esta primera etapa, los estudiantes propondrán un diseño experimental para estudiar el estiramiento de dos resortes en forma cualitativa, y lo llevarán adelante.

ACTIVIDAD 1 OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN

Consignas para los estudiantes

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Parte 1

Describan los diferentes usos de los resortes que se muestran a continuación. Los resortes, ¿son todos iguales? ¿qué diferencias encuentran entre ellos? Esas diferencias, ¿tendrán que ver con el uso de cada uno?



Figura 8: Diferentes aplicaciones de los resortes.

Parte 2:

1. *Armen grupos de tres o cuatro integrantes.*
2. *Observen atentamente los resortes que les proporcionará el docente y descríbanlos. Hagan esquemas.*
3. *Respondan en un archivo de texto: ¿qué diferencias encuentran entre los resortes? ¿Tendrán la misma capacidad de estirarse? ¿Y de contraerse? Agreguen todo lo que consideren importante al respecto.*

Descripción de la actividad

En las imágenes se pueden ver diferentes aplicaciones de resortes a dispositivos de la vida cotidiana. Sugerimos guiar la actividad con preguntas como las siguientes:

¿Para qué son utilizados los resortes que tienen estos objetos? Si tienen distintos usos, ¿tendrán todos entonces las mismas características?, ¿cómo podrían diferenciarse?, ¿conocen otras aplicaciones donde se utilicen resortes?

Las respuestas pueden ser anotadas en el pizarrón o en las netbooks para ser retomadas al final de la secuencia y revisadas en función de lo trabajado.



Esta es una actividad disparadora, para plantear el hecho de que, si bien en los distintos casos se utilizan resortes, debe de haber características que los distingan para que puedan ser funcionales en diferentes aplicaciones.

A continuación (Parte 2), se organiza a los estudiantes en grupos de tres o cuatro integrantes y se les entrega un par de resortes, para invitarlos a discutir sus características.



Es esperable que los estudiantes observen el color del resorte, si parece frío o cálido al tacto, que cuenten la cantidad de espiras, que midan su longitud en reposo y que noten que uno se estira más que el otro ante la aplicación de una fuerza de intensidad similar. También pueden hacer mención del material que suponen que compone el resorte.

En esta actividad se busca trabajar con los estudiantes la capacidad de observación, su pericia para realizar estimaciones sencillas y discutir, además, cuales de las propiedades del elemento en cuestión –en este caso, un par de resortes– pueden ser relevantes, buscando que se los elija en función de su uso. Por último, esta actividad sirve para realizar un acercamiento exploratorio a la actividad experimental que se propondrá a continuación.

ACTIVIDAD 2: DISEÑO EXPERIMENTAL

Consignas para los estudiantes

¿Cómo podemos determinar cuál de los dos resortes se estira más si le aplicamos la misma fuerza?

No es aceptable decir "A mí, me parece…". Como estamos en una clase de Ciencias Experimentales, tienen que proponer un ***diseño experimental*** *para contestar a la pregunta.*

Pongámonos de acuerdo: un experimento es un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables, para analizar las consecuencias que tienen sobre otras variables, dentro de una situación de control para el investigador.

Cuando se realiza un diseño experimental, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos (pueden ir contestando a las preguntas para armar su diseño):

- *qué pregunta quieren responder con su experimento,*
- *qué comportamiento van a estudiar para responder a esa pregunta,*
- *qué magnitudes van a medir y cómo (con qué instrumentos de medición, etc.),*
- *qué magnitudes van a dejar fijas,*
- *qué resultados esperan obtener (indiquen todos los resultados que se les ocurran),*
- *a qué conclusiones los llevarían los resultados propuestos arriba.*

Discutan el experimento que diseñaron con sus compañeros y con el docente.

Descripción de la actividad

"El diseño experimental puede ser considerado como parte del proceso científico y una de las formas en que aprendemos acerca de la manera en que funcionan los sistemas o procesos. Por lo general, este aprendizaje se da a través de una serie de actividades en las cuales hacemos conjeturas sobre un proceso, realizamos experimentos para generar datos a partir del proceso, y entonces usamos la información del experimento para establecer nuevas suposiciones, que llevan a realizar nuevos experimentos, y así sucesivamente, comportándose cíclicamente." (1991, Montgomery).

En esta actividad se orientará a los estudiantes para que diseñen un dispositivo, que armarán en la siguiente actividad. Es importante dejarlos en libertad de crear el dispositivo que les parezca adecuado, siempre y cuando puedan realizar después mediciones que les sirvan para responder a la pregunta que se les hace en esta clase: ¿cuál de los dos resortes se estira más? Sin embargo, si es la primera vez que se les solicita proponer un diseño experimental, es necesario acompañarlos y guiarlos, porque esta actividad puede resultar dificultosa. Responder a las cuestiones enunciadas y su posterior puesta en común es crucial para dejar claramente establecidos cuál es la pregunta que origina el diseño, la hipótesis de trabajo, las magnitudes a medir, los instrumentos de medición, etc. La inclusión del elemento de referencia es opcional, se puede reemplazar por la medición directa en la imagen, tomando las precauciones adecuadas con respecto a las unidades de medición, y las posiciones relativas del dispositivo y de la cámara en cada medición.

Cada grupo presentará su diseño para que el resto de los compañeros y el docente discutan su utilidad, viabilidad, precisión, y todo otro detalle que permita mejorar el diseño. En caso de observar que el dispositivo propuesto presenta falencias, se puede ir guiando a los estudiantes para superarlas.

Si bien se los deja en libertad para diseñar su dispositivo, es esperable que los diseños sean similares al que mostramos a continuación, ya que este tipo de diseño es de fácil manipulación y les permitirá experimentar con distinta cantidad de pesas para después poder inferir la ley de Hooke. De todas maneras, recomendamos fuertemente permitir que se realicen experimentos utilizando varios diseños diferentes propuestos por los estudiantes, para luego comparar los resultados que obtengan.

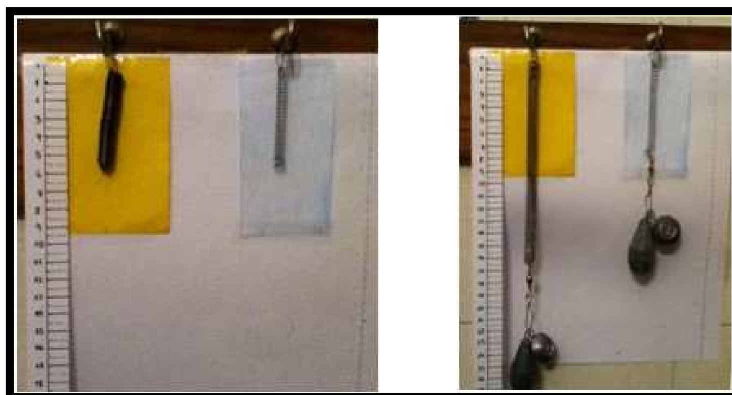


Figura 3: Fotografía ilustrativa de un posible diseño experimental.

ACTIVIDAD 3: EXPERIMENTACIÓN

Consignas para los estudiantes

1. *Armen el dispositivo y realicen la o las experiencias que permitan determinar cuál se estira más.*
2. *Registren, su experiencia, con la netbook, con su celular o con cualquier otro dispositivo del que dispongan.*
3. *Abran el archivo denominado* Informe para completar.
4. *Completen la sección "Descripción del experimento".*

Descripción

La idea es que los estudiantes midan con sus dispositivos los desplazamientos de los resortes en función del peso que cuelgan de ellos. El docente deberá orientarlos para que, independientemente del diseño, utilicen la cantidad de pesas provistas como variable. Una vez hecha la experimentación, se pide a los estudiantes que completen el informe.

Preguntas orientadoras que pueden ir guiando la actividad: ¿qué ocurre con los resortes a medida que se van colocando los juegos de plomadas? ¿los dos se estiran en igual medida?



En esta actividad se espera que los estudiantes experimentenque, al agregar más juegos de plomadas, cada resorte se estira cada vez más. Además, se debe notar que uno de los resortes se estira más que el otro al colocarle el mismo peso.

Estrategias TIC utilizadas

Se puede registrar esta actividad por medio de un vídeo o fotografías, para después tenerlos como insumo llegado el momento de obtener los datos. El hecho de filmar la experiencia permite verla tantas veces como sea necesario y aprovechar al máximo la experimentación. Nos da también la posibilidad de editar el vídeo para obtener imágenes de las cuales tomar datos cuantitativos de la experiencia.

Tomar fotografías posibilita la toma de datos con diversos parámetros: con una referencia como la regla que figura en la imagen, contando pixeles, etcétera.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

La finalidad de esta actividad es estudiar el fenómeno que se va a analizar de forma cualitativa, a partir de que el estudiante construya el concepto de elasticidad de los resortes, alentándolo a modelizar el fenómeno a fin de analizarlo y, posteriormente, obtener una expresión matemática que lo explique. Por otro lado, se trabaja sobre la manera en que se debe registrar la información relevante en una experiencia científica.

La toma de imágenes y su manipulación, así como el trabajo con planillas de cálculos y archivos de texto permiten interactuar con la experiencia de una manera particular, pues posibilitan detener el tiempo, volver a ver una secuencia, extraer datos de distintas maneras y manipularlos fácilmente. Por estas características, estas herramientas son facilitadoras del desarrollo de capacidades relativas a la formulación de hipótesis, diseño de modelos y construcción de los mismos, registro de datos en tablas y gráficos, su presentación y su interpretación.

ACTIVIDAD 4: ESQUEMA DE CUERPO LIBRE

Consigna para los estudiantes

Respondan con sus compañeros a la siguiente pregunta: ¿qué fuerzas actúan sobre los resortes cuando se estiran? Traten de representarlas en un esquema.

Descripción de la actividad

Se deja un tiempo para que los estudiantes realicen las consignas. Luego se propone construir con ellos el diagrama de cuerpo libre de la masa que se cuelga del resorte. Generalmente, los estudiantes sólo registran la fuerza peso de las pesas, fuerza que origina el estiramiento. Se puede guiar la actividad realizando el siguiente esquema junto con los estudiantes.

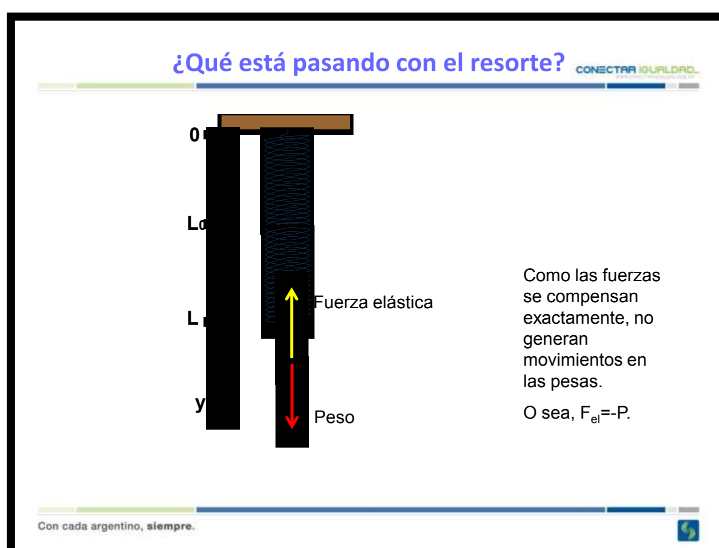


Figura 4. Esquema para guiar la actividad 4.



Se identifica luego la fuerza peso –la fuerza que hace la gravedad sobre las masas– y se observa que, al poner las masas en el resorte, el mismo se "estira".
Pero vemos también que algo está "sosteniendo" a las pesas, que no se caen. Para que esta situación sea posible, hace falta que algo se oponga a la atracción de la gravedad. Es lo que sentimos en las manos cuando comprimimos o estiramos el resorte: sentimos que el resorte hace "fuerza" para estirarse si se lo está comprimiendo o para comprimirse si se lo está estirando, siempre tiende a volver a la posición más cómoda. Definimos esta fuerza como fuerza elástica, que tiene el mismo módulo –intensidad de la fuerza– y la misma dirección que la fuerza peso pero sentido contrario, es decir: Fel=-P.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad se hace hincapié en que el estudiante visualice el estiramiento del resorte a partir de la interacción entre la fuerza elástica y la fuerza peso, buscando trabajar sobre una de las dificultades habituales, que consiste en hacer foco sólo en lo que sucede con el resorte.

SEGUNDA ETAPA: ESTUDIO CUANTITATIVO

En esta segunda etapa de la secuencia, se guiará a los estudiantes para que tomen datos del estiramiento de los resortes y los analicen.

ACTIVIDAD 5: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE DATOS

Consignas para los estudiantes

Con las imágenes que obtuvieron en la primera etapa de esta secuencia, tomen los datos que necesitan para completar la tabla de abajo. En caso de haber realizado una filmación, pueden descomponerla en fotogramas utilizando un programa de edición de videos, como el Avidemux o el MovieMaker.

Una vez completada la tabla, centren la atención en las columnas C y F. Realicen el gráfico correspondiente al estiramiento del resorte en función del peso de las plomadas colocadas. Utilicen colores diferentes para identificar cada resorte.

	A	B	C	D	E	F
1				CELESTE		
2						
3	¿Cuántos juegos de plomadas cuelgan de resorte?	Masa de los juegos de plomadas (en kg)	Peso total de los juegos de plomadas (N)	Longitud del resorte sin plomadas: $L_{inicial}$ (cm)	Longitud del resorte con plomadas: L_{final} (cm)	Estiramiento del resorte (L_{final} - $L_{inicial}$)
4						
5						
6						
7						
8						
9				AMARILLO		
10						
11	¿Cuántos juegos de plomadas cuelgan de resorte?	Masa de los juegos de plomadas (en kg)	Peso total de los juegos de plomadas (N)	Longitud del resorte sin plomadas: $L_{inicial}$ (cm)	Longitud del resorte con plomadas: L_{final} (cm)	Estiramiento del resorte (L_{final} - $L_{inicial}$)
12						
13						
14						
15						

Figura 5. Tabala para completar en la actividad 5.

Descripción de la actividad

Se indica a los estudiantes que completen el cuadro de planilla de cálculo para uno de los dos resortes.

Como trabajan en grupos, proponemos que uno de los estudiantes tenga en su pantalla las imágenes tomadas mientras otro completa el archivo de la planilla de cálculo.

Sugerimos recordarles a los estudiantes la relación entre el peso y la masa de un cuerpo.



Para calcular el peso del juego de la plomada, recuerden que:
$P = m*g$ (aceleración de la gravedad, tomarla $10 m/s^2$).
Como el peso es una fuerza, la unidad que tiene es N (Newton). ($1N= 1kg.m/s^2$)

El gráfico debería ser similar al siguiente:

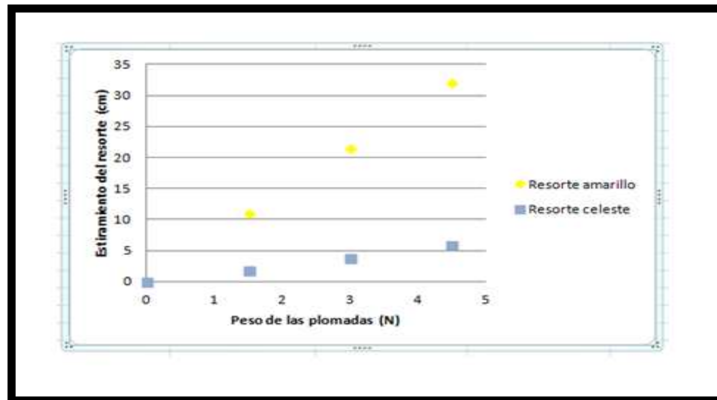


Figura 9. Gráfico de estiramiendo en función del peso de la plomada.

El análisis de este gráfico muestra que, como se observó anteriormente, el estiramiento del resorte crece a medida que se aumenta el peso de las plomadas que se cuelgan de él.

Se puede ver, además, que los puntos parecen estar alineados, siguiendo esta tendencia en ambos resortes.

Comparando los gráficos de los dos resortes se observa que, cuando se colocan objetos del mismo peso, uno de ellos –en el caso de las imágenes que acompañan este texto, el resorte amarillo– se estira más que el otro –en nuestro caso, el resorte celeste.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Relacionar la fotografía de un determinado momento de la experiencia con el punto en el gráfico que representa los datos obtenidos en ese instante permite la asociación del fenómeno físico con su representación gráfica, y así ayuda a construir la idea de un modelo matemático que describa el fenómeno.

El uso de las TIC facilita la construcción de gráficos, permitiendo poner el énfasis en su análisis.

Una vez relevados los datos, una dificultad que se encuentra habitualmente es la de construcción de los gráficos correspondientes con los datos obtenidos y su interpretación. Para leer un gráfico, se requiere comprender sus códigos de construcción, ya que este esencialmente concentra información.

Los gráficos varían su nivel de complejidad en función de las variables incluidas, siendo los gráficos lineales los más sencillos. En el caso de esta secuencia didáctica, los gráficos construidos incluyen dos variables, con todos los datos explícitos. La asociación de las fotografías con los puntos del gráfico ayuda a la construcción de los conceptos y de la correspondencia entre un punto en una gráfica y un momento particular del fenómeno.

Estrategias TIC utilizadas

Para esta actividad, se pueden utilizan distintos dispositivos y programas de edición de vídeo y fotografías para obtener los datos requeridos. Hemos sugerido algunas de las numerosas opciones para realizarla, quedando a criterio del docente su elección. Sugerimos invitar a los estudiantes a proponer distintas herramientas a utilizar, y a realizar un análisis posterior de la utilidad de cada una para esta experiencia en particular.

Una vez obtenidos los datos, se emplea la planilla de cálculo para registrarlos y realizar gráficos que permitan obtener información y analizar relaciones entre variables.

ACTIVIDAD 6: FORMALIZACIÓN DE LA LEY

Consignas para los estudiantes

1. *Como hemos visto en la actividad 4, la fuerza peso tiene la misma intensidad, pero sentido contrario que la fuerza elástica. Grafiquen ahora la* ***fuerza elástica*** *que realiza el resorte en función del desplazamiento. Para hacerlo, se debe tener en cuenta que ahora la variable independiente (eje x es el desplazamiento y la variable dependiente (eje y) es la fuerza elástica.*
2. *Grafiquen la fuerza elástica que realiza el resorte en función del estiramiento.*
3. *¿Los puntos del gráfico parecen seguir alguna tendencia? ¿Están alineados? ¿Qué tipo de línea usarían para unir los puntos? Realicen un ajuste.*



Como se trabajó antes, la fuerza elástica es la que realiza el resorte para lograr un nuevo equilibrio cuando se le aplica cualquier fuerza que provoque un estiramiento. Por eso, en este caso, se observarán los ejes de coordenadas modificados con respecto a la actividad 5: ahora la variable independiente es el desplazamiento –lo que se colocará en el eje x– y la dependiente (es decir, la que depende de nuestro experimento) es la fuerza elastic: eje y.

4. *¿Pueden encontrar alguna expresión matemática que relacione la fuerza elástica con el estiramiento de un resorte? ¿Cuál es?*
5. *Completen el informe.*

Descripción de la actividad

Con la tabla completa, se propone que grafiquen la fuerza elástica en función del estiramiento del resorte.

Es importante hacer hincapié en la magnitud que se representa en cada eje, ya que está modificado con respecto a las actividades anteriores.

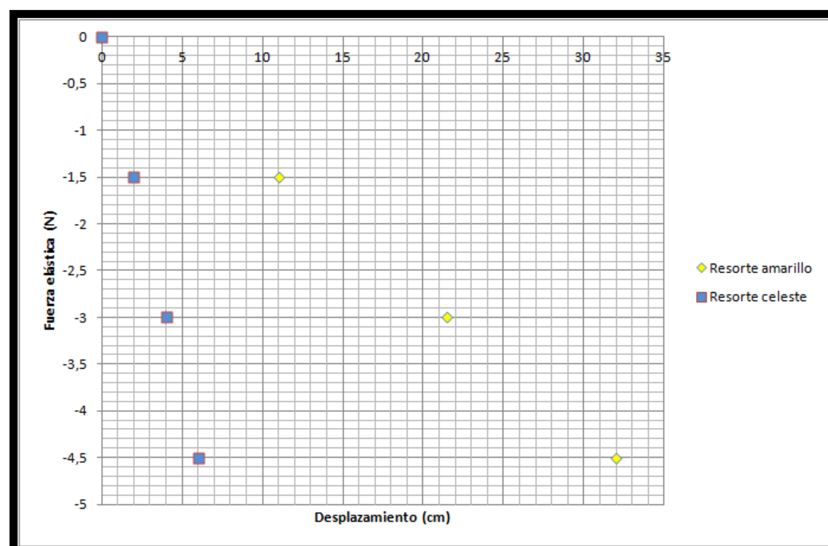


Figura 7. Gráfico de fuerza elástica en función del desplazamiento.

Como se puede ver en ambos gráficos –que aquí se muestran superpuestos–, los puntos parecen seguir un ordenamiento lineal. Se propone hacer preguntas como las siguientes: *¿cuánta fuerza realiza el resorte amarillo si sufre un estiramiento de 11 cm? ¿Y si se lo estira 22 cm? ¿Y 33 cm?*

¿Qué fuerza realiza el resorte celeste si sufre un estiramiento de 2,5 cm? ¿Y si se lo estira 5 cm? ¿Y 7,5 cm?



Es importante aquí, en la medida de lo posible, introducir el concepto de proporcionalidad.

Dada la tendencia que parecen seguir los puntos, se propone hacer un ajuste lineal.

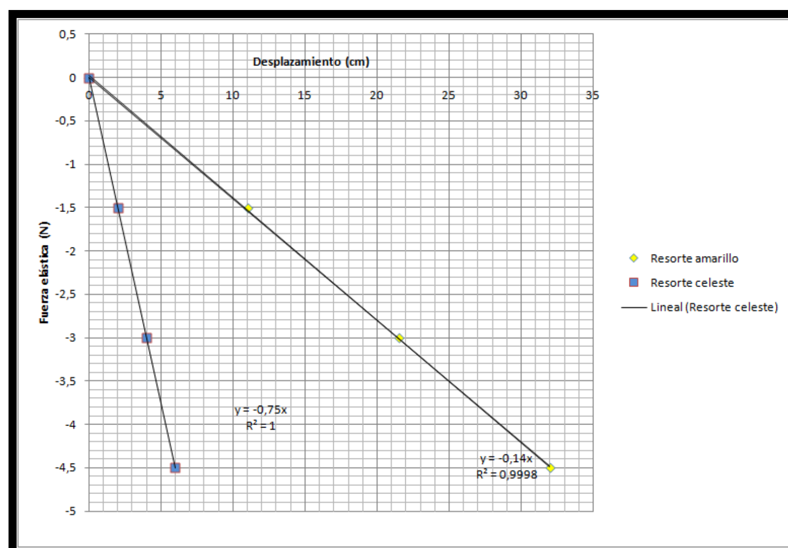


Figura 8. Ajuste lineal de los datos

Se puede observar que, efectivamente, la función puede ajustarse por una recta, con lo cual la relación que puede establecerse entre la fuerza elástica y el estiramiento puede escribirse como:

$$F\ el=-k.(L-L_0)$$

Es esperable que los estudiantes puedan encontrar esta expresión matemática por sí mismos. Sin embargo, en caso contrario, sugerimos guiarlos a través de preguntas orientadoras.

Por último, proponemos que se relacione el estiramiento del resorte con la constante elástica hallada, a partir de los gráficos confeccionados.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

La interpretación de los datos volcados en un gráfico es una de las competencias más útiles y de difícil logro. Desde el dominio matemático, el concepto de proporcionalidad, si bien se trabaja desde la escuela primaria, también presenta dificultades en su interpretación y aplicación. Si a estas dificultades les sumamos el salto cualitativo que implica, a partir de los datos obtenidos, formalizar una ley que explique un fenómeno físico, esta actividad representa para los estudiantes una demanda cognitiva de mayor complejidad. En función de las características del grupo, la actividad se podrá llevar a cabo con mayor o menor acompañamiento del docente.

ACTIVIDAD 7: VOLVIENDO AL PRINCIPIO, EL CÍRCULO SE CIERRA

Consignas para los estudiantes

1. *Con lo que han trabajado en esta secuencia ¿podrían ahora contestar a la pregunta inicial: decir cuál de los resortes que describieron en la primera actividad debería estirarse más ante la misma fuerza?*
2. *Dibujen los gráficos que obtendrían si repitieran los experimentos que hicieron en esta secuencia con los resortes de las fotos del principio.*

Descripción de la actividad

Esta última actividad permite realizar un análisis integrado de todos los contenidos trabajados.

Para profundizar el tema

Cuando se trabaje sobre el formalismo de las leyes de Newton, se puede retomar el ejemplo del estiramiento del resorte para hacer un estudio dinámico del mismo. Si no se cuenta con material concreto, se puede utilizar un simulador, desarrollado por la Universidad de Colorado llamado “Laboratorio de resortes”

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Las siguientes preguntas pueden ser parte de una actividad de evaluación:

1. *¿Por qué te parece que se usan resortes en la suspensión de un vehículo?*
2. *El diccionario Real Academia Española define la elasticidad como: "Propiedad general de los cuerpos sólidos, en virtud de la cual recobran más o menos completamente su extensión y forma, tan pronto como cesa la acción de la fuerza que las deformaban". Escribe una nueva definición de elasticidad que tenga en cuenta la constante del resorte.*
3. *Diseña un dispositivo para determinar cuál es la altura mínima que debe tener un puente desde el que se hace bungee jumping[2], si la limitación del peso de las personas que lo practican es 100 kg y la cuerda elástica se estira un 400%.*
    a. *¿Qué medidas de seguridad sugerirías tomar para el cuidado de los practicantes? ¿Quién consideras que debe realizar los controles para habilitar esa práctica?*
    b. *¿Por qué la persona no vuelve a la condición inicial –el punto de partida arriba del puente– después del salto?*

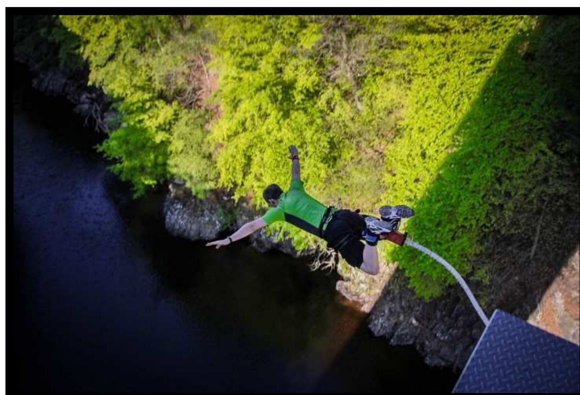


Imagen obtenida por Graham Campbell.

Y para terminar, este fragmento del libro *¿Está Ud. de broma, Sr. Feynman?,* de Richard Feynman (1987) nos parece un buen punto de partida para la reflexión:

*"*Así lo hice. Brrrrrrrp metí el dedo, abrí el libro y comencé a leer*: Triboluminiscencia. Triboluminiscencia es la luz que emiten los cristales al ser comprimidos o triturados...* Dije: ¿Tenemos ciencia aquí? ¡No! Lo único que tenemos es la explicación del significado de una palabra por medio de otras palabras. Nada se ha dicho acerca de la naturaleza, ni cuáles son los cristales que producen luz al comprimirlos, ni por qué producen luz. ¿Han visto ustedes a algún estudiante ir a casa y comprobarlo? No puede. En cambio, si se hubiera escrito: *Si tomamos un terrón de azúcar y lo trituramos con unos alicates en la oscuridad, se puede ver un destello azulado. Algunos otros cristales manifiestan el mismo*

---

2 El *bungee jumping* o puentismo es una actividad en la cual una persona se lanza desde una altura, generalmente de cientos de metros, con una cuerda elástica atada a su cuerpo o tobillo y el otro extremo sujeto al punto de partida. Cuando la persona salta, la cuerda elástica se extenderá para absorber la energía potencial y cinética de la caída y luego se la devolverá al cuerpo tratando de volver a la condición inicial.

efecto. Nadie sabe por qué. Este fenómeno se denomina «triboluminiscencia», seguramente alguien intente comprobarlo en cuanto vuelva a casa. Entonces aprenderá algo sobre la naturaleza por experiencia."

Elijan un contenido de su disciplina y formulen una pregunta que guíe a sus estudiantes para que propongan un diseño experimental.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia.*

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Observación y descripción

Parte 1

Describan los diferentes usos de los resortes que se muestran a continuación. Los resortes, ¿son todos iguales? ¿qué diferencias encuentran entre ellos? Esas diferencias, ¿tendrán que ver con el uso de cada uno?



Parte 2

1. *Armen grupos de tres o cuatro integrantes.*
2. *Observen atentamente los resortes que les proporcionará el docente y descríbanlos. Hagan esquemas.*
3. *Respondan en un archivo de texto: ¿qué diferencias encuentran entre los resortes? ¿Tendrán la misma capacidad de estirarse? ¿Y de contraerse? Agreguen todo lo que consideren importante al respecto.*

Actividad 2: Diseño experimental

¿Cómo podemos determinar cuál de los dos resortes se estira más si le aplicamos la misma fuerza?

No es aceptable decir "A mí, me parece…". Como estamos en una clase de Ciencias Experimentales, tienen que proponer un ***diseño experimental*** *para contestar a la pregunta.*

Pongámonos de acuerdo: un experimento es un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables, para analizar las consecuencias que tienen sobre otras variables, dentro de una situación de control para el investigador.

Cuando se realiza un diseño experimental, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos (pueden ir contestando a las preguntas para armar su diseño):

- *qué pregunta quieren responder con su experimento,*
- *qué comportamiento van a estudiar para responder a esa pregunta,*
- *qué magnitudes van a medir y cómo (con qué instrumentos de medición, etc.),*
- *qué magnitudes van a dejar fijas,*
- *qué resultados esperan obtener (indiquen todos los resultados que se les ocurran),*
- *a qué conclusiones los llevarían los resultados propuestos arriba.*

Discutan el experimento que diseñaron con sus compañeros y con el docente.

Actividad 3: Experimentación

1. *Armen el dispositivo y realicen la o las experiencias que permitan determinar cuál se estira más.*
2. *Registren, su experiencia, con la netbook, con su celular o con cualquier otro dispositivo del que dispongan.*
3. *Abran el archivo denominado* Informe para completar.
4. *Completen la sección "Descripción del experimento".*

Actividad 4: Esquema de cuerpo libre

Respondan con sus compañeros a la siguiente pregunta: ¿qué fuerzas actúan sobre los resortes cuando se estiran? Traten de representarlas en un esquema.

Actividad 5: Representación gráfica de datos

Con las imágenes que obtuvieron en la primera etapa de esta secuencia, tomen los datos que necesitan para completar la tabla de abajo. En caso de haber realizado una filmación, pueden descomponerla en fotogramas utilizando un programa de edición de videos, como el Avidemux o el MovieMaker.

Una vez completada la tabla, centren la atención en las columnas C y F. Realicen el gráfico correspondiente al estiramiento del resorte en función del peso de las plomadas colocadas. Utilicen colores diferentes para identificar cada resorte.

	A	B	C	D	E	F
1				CELESTE		
2						
3	¿Cuántos juegos de plomadas cuelgan de resorte?	Masa de los juegos de plomadas (en kg)	Peso total de los juegos de plomadas (N)	Longitud del resorte sin plomadas: Linicial (cm)	Longitud del resorte con plomadas: Lfinal (cm)	Estiramiento del resorte (Lfinal -L inicial)
4						
5						
6						
7						
8						
9				AMARILLO		
10						
11	¿Cuántos juegos de plomadas cuelgan de resorte?	Masa de los juegos de plomadas (en kg)	Peso total de los juegos de plomadas (N)	Longitud del resorte sin plomadas: Linicial (cm)	Longitud del resorte con plomadas: Lfinal (cm)	Estiramiento del resorte (Lfinal -L inicial)
12						
13						
14						
15						

Actividad 6: Formalización de la ley

1. *Como hemos visto en la actividad 4, la fuerza peso tiene la misma intensidad, pero sentido contrario que la fuerza elástica. Grafiquen ahora la* ***fuerza elástica*** *que realiza el resorte en función del desplazamiento. Para hacerlo, se debe tener en cuenta que ahora la variable independiente (eje x es el desplazamiento y la variable dependiente (eje y) es la fuerza elástica.*
2. *Grafiquen la fuerza elástica que realiza el resorte en función del estiramiento.*

3. *¿Los puntos del gráfico parecen seguir alguna tendencia? ¿Están alineados? ¿Qué tipo de línea usarían para unir los puntos? Realicen un ajuste.*
4. *¿Pueden encontrar alguna expresión matemática que relacione la fuerza elástica con el estiramiento de un resorte? ¿Cuál es?*
5. *Completen el informe.*

Actividad 7: Volviendo al principio, el círculo se cierra

1. *Con lo que han trabajado en esta secuencia ¿podrían ahora contestar a la pregunta inicial: decir cuál de los resortes que describieron en la primera actividad debería estirarse más ante la misma fuerza?*
2. *Dibujen los gráficos que obtendrían si repitieran los experimentos que hicieron en esta secuencia con los resortes de las fotos del principio.*

PROPUESTA DE EVALUACIÓN

1. *¿Por qué te parece que se usan resortes en la suspensión de un vehículo?*
2. *El diccionario Real Academia Española define la elasticidad como: “Propiedad general de los cuerpos sólidos, en virtud de la cual recobran más o menos completamente su extensión y forma, tan pronto como cesa la acción de la fuerza que las deformaban”. Escribe una nueva definición de elasticidad que tenga en cuenta la constante del resorte.*
3. *Diseña un dispositivo para determinar cuál es la altura mínima que debe tener un puente desde el que se hace bungee jumping[3], si la limitación del peso de las personas que lo practican es 100 kg y la cuerda elástica se estira un 400%.*
    a. *¿Qué medidas de seguridad sugerirías tomar para el cuidado de los practicantes? ¿Quién consideras que debe realizar los controles para habilitar esa práctica?*
    b. *¿Por qué la persona no vuelve a la condición inicial –el punto de partida arriba del puente– después del salto?*



3 El bungee jumping o puentismo es una actividad en la cual una persona se lanza desde una altura, generalmente de cientos de metros, con una cuerda elástica atada a su cuerpo o tobillo y el otro extremo sujeto al punto de partida del salto. Cuando la persona salta, la cuerda elástica se extenderá para absorber la energía potencial y cinética de la caída y luego se la devolverá al cuerpo tratando de volver a la condición inicial.

INFORME DE ACTIVIDAD

ETAPA 1

Antes de realizar el experimento

Respondan a las siguientes preguntas:

1. ***¿Qué pregunta buscan responder con su experimento?***

2. ***¿Qué comportamiento estudiarán para responder a esa pregunta?***

Saquen una foto a su arreglo experimental o dibújenlo.

3. ***¿Qué magnitudes van a medir y cómo lo harán (con qué instrumentos de medición, etc.)?***

4. ***¿Qué magnitudes van a dejar fijas? ¿Qué pasaría si no lo hicieran?***

5. ***¿Qué resultados esperan obtener (indiquen todos los resultados que se les ocurran)?***

6. ***¿A qué conclusiones los llevarían los resultados propuestos arriba?***

Ahora hagan el experimento.

Después de realizar el experimento

7. **Describan el desarrollo del experimento.**

8. **¿Qué resultados obtuvieron?**

9. **Esos resultados ¿fueron los esperados?**

10. **¿Difieren en algo? ¿en qué? ¿Por qué les parece que ocurrió esto?**

11. **¿Qué cambios les parece que podrían hacer para mejorar el diseño de su experimento?**

ETAPA 2

DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

12. Describan el experimento que hicieron comentando los materiales utilizados y el procedimiento seguido.



Foto de los resortes usados.



Foto de las pesas usadas.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

13. Describan cómo se tomaron los datos y cómo se analizaron (con qué programa, qué cuentas y/o gráficos hicieron). Peguen en el cuadro de abajo el gráfico que obtuvieron.

____

____

____

____

____

____

____

14. ¿Qué resultados pudieron obtener del gráfico? ¿Qué observaciones realizaron sobre este?

____

____



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO

1) ¿Cuánto se estiran los resortes cuando les cuelgo 2 pesas de 150 gf (peso total: 300 gf)?
Para resorte 1 :_________cm
Para resorte 2 :_________cm

2) ¿Qué relación tiene este estiramiento con el estiramiento al colgarle una pesa de 150 g? (Para esto, calcular estiramiento con 2 masas dividido estiramiento con 1 masa)

Para resorte 1: ____
Para resorte 2: ____
3) Ídem (1) con el caso de 3 pesas en lugar de 2.
Para resorte 1:____________cm
Para resorte 2:____________cm

4) Ídem (2) pero comparando estiramiento con 3 masas con el estiramiento con 1 masa.
Para resorte 1: ____
Para resorte 2: ____

CONCLUSIONES

¿Cómo se comporta el estiramiento cuando uno aumenta al doble o al triple el peso sobre el resorte?

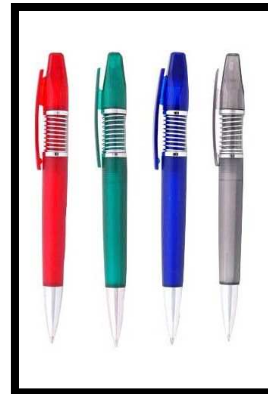
¿Qué pueden concluir sobre las características de los resortes, a partir de lo estudiado en la actividad?

¿Para qué aplicación usarías los resortes estudiados en esta actividad? Unir con flechas.









IMÁGENES DE LA EXPERIENCIA

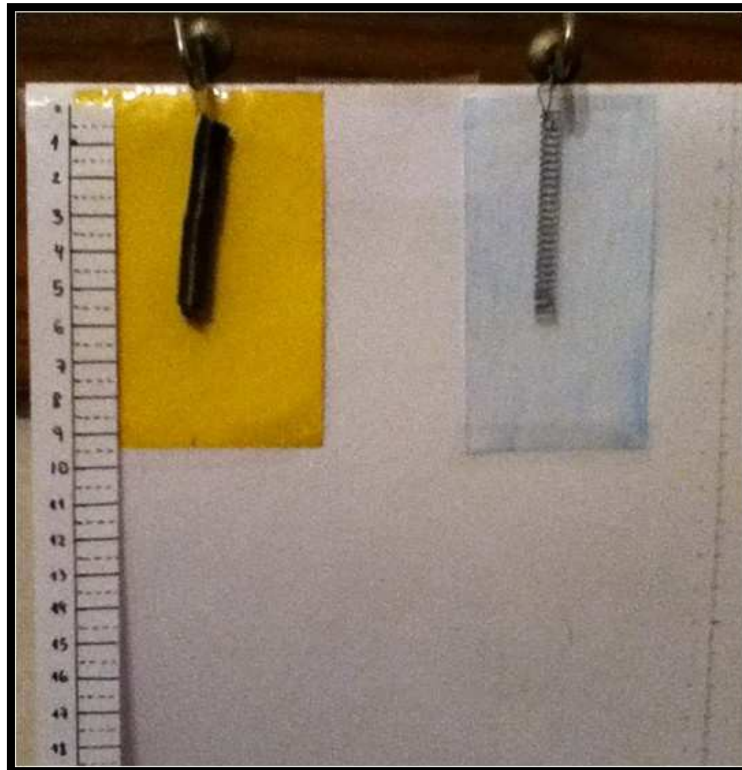


Figura 1: Resortes sin pesas.

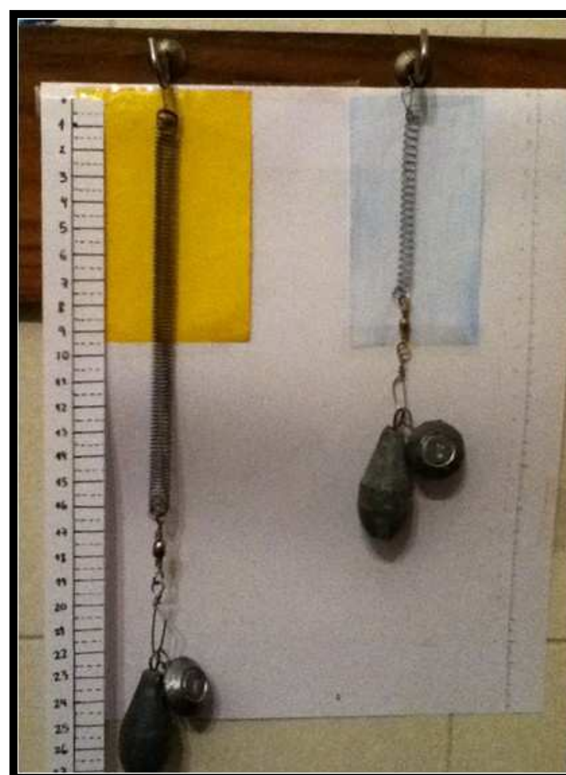


Figura 2: Con un juego de pesas.



Figura 3: Con dos juegos de pesas.



Figura 4: Con tres juegos de pesas.

Secuencia didáctica N.º 6 "¿Qué ves cuando me ves?"

SINOPSIS

La secuencia de actividades parte de explorar –usando primero papel tornasol; luego, un indicador de repollo y finalmente, un pHmetro– el carácter ácido, básico o neutro de algunas sustancias cotidianas, como por ejemplo: jugo de limón (pH 2 – 2,6), vinagre (pH 2,4 – 3,4), agua de la canilla (pH 6,5), leche de magnesia (pH 10,5), limpiador con amoníaco (pH 11). Luego se les propone la construcción de una escala con esos valores. Secuencialmente se van explorando y construyendo diferentes escalas cada vez más complejas. Se indagan los conceptos de *ácido*, *base* y *neutralización*.

Durante las actividades, los estudiantes trabajarán en grupos reducidos utilizando las netbooks. También lo harán de manera experimental.

En la naturaleza hay millones de soluciones acuosas que, en general, no son neutras con respecto a la acidez y basicidad. En muchos casos, contienen sustancias que al disolverse en agua liberan iones hidrógeno (H^+). Cuando la concentración de iones hidrógeno en una solución es mayor que la que existe en el agua pura, llamamos a esa solución *ácida*. Otras sustancias, al disolverse en agua, liberan iones hidróxido (HO^-). Cuando la cantidad de iones hidróxido en la solución supera a los que hay en el agua pura, la solución se llama *básica* o *alcalina*.

Una forma de medir la concentración de iones H^+ en soluciones acuosas es utilizar una magnitud llamada pH cuyos valores van de 0 a 14. Su origen parte del hecho de que normalmente, en solución acuosa, la concentración de iones H^+ varía entre valores de 10^{-1} M a 10^{-13} M. El químico danés Sören Peter Lauritz Sörensen, mientras era director del laboratorio de la cervecera Carlsberg (1909), propuso trabajar con los exponentes cambiados de signo para que los valores fueran siempre positivos. Esa escala de acidez, corresponde a calcular el logaritmo decimal de la concentración molar de iones hidrógeno, cambiado de signo. Se denominó pH, del francés *pouvoir hydrogéne* ("poder de hidrógeno").

Gianni Fochi (Fochi 2001) da una explicación del origen del símbolo en la que lo casual cobra mucha importancia. En el trabajo original de Sörensen, publicado en francés en 1909, la magnitud fue escrita como p^{H+}: el subíndice hacía referencia explícita a los iones hidrógeno. Sin embargo, este símbolo era demasiado complicado para su impresión y los tipógrafos de la época impusieron sucesivas simplificaciones: primero se eliminó el + y finalmente la H dejó de escribirse como subíndice. ¿Cuál es el significado de la *p*? En los escritos originales de Sörensen aparece la siguiente explicación: *"*Mencionaré solamente que empleo el nombre "exponente del ion hidrógeno" y el símbolo pH por el valor numérico de su poder (*potenz*)".

OBJETIVOS

Que los estudiantes puedan:

- Explorar material de uso cotidiano científicamente.
- Construir definiciones operacionales de ácidos y bases.
- Identificar diferentes muestras como ácidas, básicas o neutras, según corresponda.
- Construir una escala de acidez y basicidad.
- Recolectar e interpretar datos.
- Formular explicaciones teóricas.
- Usar software para realizar registro y edición de imágenes.
- Usar un pHmetro para medir acidez y basicidad.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA

120 minutos

CONTENIDOS QUE SE TRABAJAN EN ESTA SECUENCIA Y RELACIÓN CON LOS NAP

Según los *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios* definidos por el Consejo Federal de Educación de la Nación Argentina, (año 2011), la escuela debe ofrecer situaciones de enseñanza que promuevan en los alumnos y alumnas la identificación de soluciones acuosas ácidas, básicas y neutras.

CONTENIDOS PREVIOS

La secuencia de actividades propuesta pretende ser un acercamiento a la construcción de los saberes acerca de una de las características de las soluciones, la acidez o basicidad, y a una magnitud que las pondera: el pH. El conocimiento previo del contenido *soluciones* no es necesario para el desarrollo de las actividades.

CÓMO AYUDA ESTA SECUENCIA EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA CLASE

Los estudiantes tienden a interpretar el mundo de acuerdo a como lo perciben. Por lo general, tienen incorporada a su lenguaje cotidiano la palabra *ácido* y caracterizan muchas sustancias cotidianas como *ácidas,* pero desconocen a que se debe esta denominación.

Las estudiantes realizan descripciones de los ácidos y las bases según un modelo continuo –nivel macroscópico– y, en ocasiones, con descripciones antropomórficas.

Según Demerouti, Kousathana y Tsaparlis (2004), las concepciones alternativas más comunes de los estudiantes son:

- Un ácido es cualquier cosa que desgasta los materiales o que puede quemarlos.
- La presencia de un ácido se identifica únicamente por la irritación que provoca.
- Una base es algo que enmascara un ácido.
- La neutralización es la descomposición de un ácido o el proceso que transforma un ácido.

ALGUNOS COMENTARIOS PREVIOS A LA SECUENCIA DIDÁCTICA

La secuencia está pensada para motivar a los estudiantes desde lo experimental. Usando indicadores naturales se llega a la caracterización de algunas sustancias de su entorno cotidiano y a una definición operacional de los ácidos y las bases.

A través de la modelización se pretende ir un paso más allá de lo fenomenológico.

Se pone el énfasis en la descripción fenomenológica de lo que es un ácido y una base, es decir, en su definición operacional.

Se trata de establecer la neutralización como la combinación de ácidos y bases y el pH como una medida de referencia del carácter ácido, básico o neutro de una sustancia.

Al utilizar como indicador la solución de repollo colorado, se está siguiendo un recorrido análogo al que realizó Robert Boyle (que vivió entre 1627 y1691) para dar una definición operacional de los ácidos y las bases. Para avanzar en la caracterización, se intenta seguir los pasos de Nicolás Lémery y su modelización, a partir de la forma que este investigador atribuía a los átomos de los ácidos y las bases, como así también de la neutralización.

ACTIVIDAD 1: CARACTERIZANDO MUESTRAS

Una de las principales actividades de la ciencia es buscar patrones y ordenamientos en los comportamientos de la naturaleza. A lo largo de la historia, la química se caracterizó por buscar propiedades características con las cuales organizar a las sustancias.

Robert Boyle construyó una clasificación de sustancias según un conjunto de propiedades determinado: tomó aquellas que podían precipitar sales de sus soluciones y las llamó *ácidos*; a aquellas que tienen poder detergente, las nombró *bases*.

En el siglo XVII ya se sabía otra característica de los ácidos y las bases: su presencia cambia la coloración de algunos líquenes. Boyle fue el primero en usar ese cambio de color de indicadores naturales como referencia. Preparó jarabe de violetas y embebió en él pequeños trozos de papel. Una vez secos, los empleó para determinar si una sustancia era ácida o básica, o no lo era. En 1663, comenzó a emplear una definición operacional: "ácido es una sustancia que cambia al rojo el papel embebido en el indicador de jarabe de violetas y álcali el que cambia el color al verde (Shaw, 1725)

Consignas para los estudiantes

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Primera parte

Usando las ideas de Robert Boyle y su definición operacional de ácidos y bases, vamos a trabajar con papel tornasol universal.

- *Corten la tira de papel tornasol en trozos de 1 cm de largo.*
- *Tomen una gotita de cada frasco con una varilla y toquen con ella un trozo de papel.*
- *¿Observan algún cambio? Anótenlo en la tabla de abajo. Recuerden usar un papel diferente para estudiar el contenido de cada frasco.*

N.º	muestra	observación con papel tornasol	observación con solución de repollo
1	destapacañerías, quita sarro (HCl)		
2	jugo de limón de elaboración comercial		
3	vinagre de alcohol 5% acidez		
4	agua de la canilla		
5	bicarbonato puro (comercial)		
6	antiácido (hidróxido de aluminio y magnesio)		
7	limpiador con amoníaco		
8	lavandina pura comercial		

Segunda parte

- *Ahora, coloquen 10 (diez) gotas de solución de repollo colorado en cada uno de los frascos, de acuerdo con las muestras que tengan. Por ejemplo: si tienen 10 muestras diferentes, completarán 10 frascos distintos con 10 gotas de solución de repollo colorado en cada uno. Luego agregar cada muestra en cada uno de los frascos que tienen las 10 gotas de solución de repollo colorado, hasta completarlos. Luego, completen la última columna del cuadro.*

La **solución de repollo colorado** se puede preparar de la siguiente manera: cortar el repollo en pequeños trozos, colocarlos en una olla cubiertos con agua. Hervir la mezcla, apagar el fuego, revuelve y deja enfriar durante 30 minutos. Colar el agua del repollo con el colador en un recipiente hermético. Guardar en la heladera.

- *Respondan en sus cuadernos:*

  1. *Tomando la definición operacional que realizó Robert Boyle, realicen una definición operacional de ácidos y bases teniendo en cuenta lo que le pasa al papel tornasol. Escríbanla.*
  2. *¿Pueden usar el papel tornasol para indicar si una sustancia es ácida o básica? ¿Y el repollo colorado?*
  3. *¿Pueden usar el papel tornasol para indicar si una sustancia es **más o menos** ácida que otra? ¿Y **más o menos** básica?*
  4. *¿Les serviría la solución de repollo colorado para resolver el punto anterior?*
  5. *Ahora escriban una nueva definición de acidez y basicidad, que tenga en cuenta lo que le pasa al repollo colorado.*
  6. *Saquen una foto, con la cámara de la netbook o del celular, de los resultados finales de sus experimentos.*



El papel tornasol que usamos es el llamado “universal”, que reconoce tanto ácidos como bases y no cambia de color con las muestras neutras. Si no se dispone de este papel, se pueden utilizar los papeles tornasol rojo y azul. En ese caso, tendrán que modificarse el cuadro y las consignas para los estudiantes.

Descripción de la actividad

En esta primera actividad, los estudiantes emulan el recorrido histórico que hizo Boyle para definir operacionalmente los ácidos y las bases. Utilizan la descripción de Boyle para el reconocimiento de la acidez o basicidad de sustancias cotidianas y, a partir de esto, logran clasificar las sustancias en ácidas, básicas y neutras. Sugerimos remarcar a los estudiantes que no se está realizando una interpretación de esta clasificación.

Seguramente los resultados serán como los siguientes:

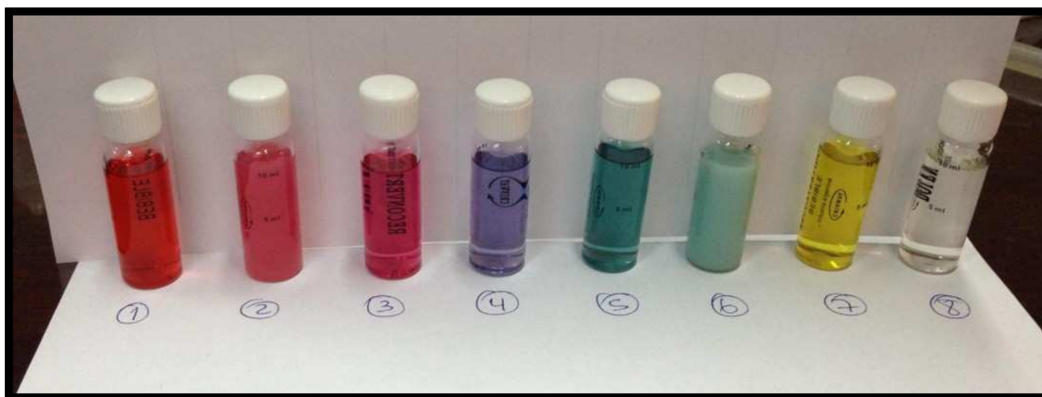


Figura 1. Muestras comerciales de distinta acidez y basicidad, con indicador de jugo de repollo.

Al contextualizar un tema de enseñanza, tenemos que tener en cuenta que muchos fenómenos cotidianos conllevan complejos contenidos y modelos científicos. Nos apoyamos en la observación de sustancias cotidianas para ir más allá de la contextualización, para modelizar dichas observaciones y problematizarlas.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta primera actividad los alumnos se acercan a una caracterización operacional de ácidos y bases que apunta a superar el desconocimiento de su significado en el uso cotidiano.

Estrategias TIC utilizadas

La toma de fotos durante la caracterización de las muestras brinda la oportunidad de un doble procesamiento de la información que da cuenta del texto y de la imagen. Al ir construyendo el conocimiento acompañado con las imágenes luego la memoria al ver la imagen también representa esa foto verbalmente.

ACTIVIDAD 2: DILUYENDO SOLUCIONES Y CARACTERIZÁNDOLAS

Consignas para los estudiantes

- *Lean detenidamente el siguiente texto:*

Los ácidos y bases tienen varias propiedades características, además de cambiar de color el papel tornasol y la solución de repollo. Si, por ejemplo, se pone en contacto un ácido con un metal, se libera un gas: hidrógeno gaseoso. Eso no ocurre con las bases.

Se sabe que, si a una solución acuosa de un ácido se le agrega más agua –se la diluye –, esta segunda solución, más diluida, produce menos gas que la primera al reaccionar con un metal. Y que, si se la sigue diluyendo, la reacción con el metal produce cada vez menos gas.

- *¿Cómo podrían explicar estos resultados? Piensen un modelo que represente cómo se imaginan que debe ser el contenido de una solución de ácido para dar estos resultados y dibújenlo.*
- *Las soluciones acuosas de bases también se comportan de forma tal que su "poder" disminuye cuando se les agrega más agua. En este caso, por ejemplo, mientras menos agua contienen, más cantidad de grasa pueden disolver. ¿Cómo podrían explicar estos resultados? Piensen un modelo que represente cómo se imaginan que debe ser el contenido de una solución de base para dar estos resultados y dibújenlo.*

El anterior es un resultado importante: agregar agua a soluciones acuosas de ácidos y bases hace que disminuya su "poder".

- ¿Piensan que se puede estimar el poder ácido o básico de una solución con papel tornasol? ¿Y con solución de repollo? Discútanlo con sus compañeros de grupo. Escriban sus ideas en el cuaderno.
- Inténtenlo, diluyendo dos de las muestras de la siguiente forma:
  - De los frascos empleados en la actividad 1, emplearemos el que quedó de color rojo (1) y el que quedó amarillo (7).
  - Tomar la mitad del contenido del frasco cuya solución deseamos diluir y colocarle cinco (5) gotas de solución de repollo colorado.
  - Agregar agua hasta completar el volumen inicial y mezclar.
  - Tomar la mitad del contenido de este nuevo frasco y repetir la operación. Continuar con el mismo procedimiento hasta completar cada tabla.

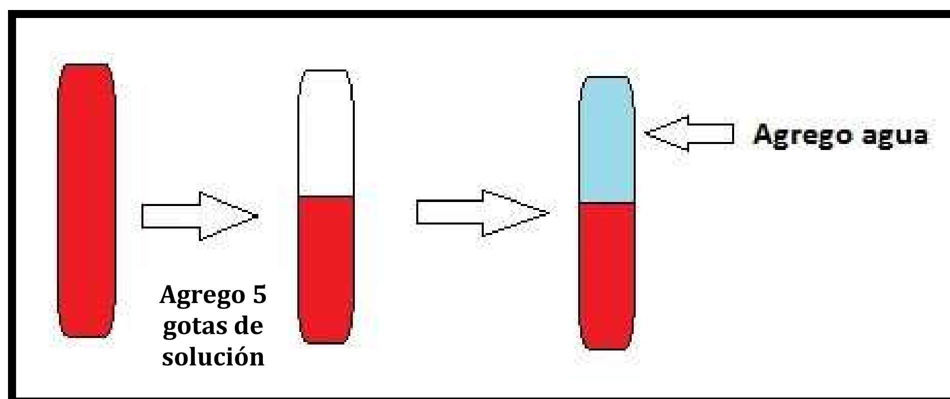


Figura 2. Esquema de pasos a realizar.

- *Completen las tablas a medida que realizan las diluciones.*

Tabla A

N.º	muestra color rojo	observación con papel tornasol	observación con solución de repollo
1A	dilución 1A		
2A	dilución 2A		
3A	dilución 3A		
4A	dilución 4A		
5A	dilución 5A		
6A	dilución 6A		
7A	dilución 7A		
8A	dilución 8A		
9A	dilución 9A		
10A	dilución 10A		
11A	dilución 11A		
12A	dilución 12A		
13A	dilución 13A		
14A	dilución 14A		
15A	dilución 15A		

Tabla B

N.º	muestra color amarillo	observación con papel tornasol	observación con solución de repollo
1B	dilución 1B		
2B	dilución 2B		
3B	dilución 3B		
4B	dilución 4B		
5B	dilución 5B		
6B	dilución 6B		
7B	dilución 7B		
8B	dilución 8B		
9B	dilución 9B		
10B	dilución 10B		
11B	dilución 11B		
12B	dilución 12B		
13B	dilución 13B		
14B	dilución 14B		
15B	dilución 15B		

- *Respondan en sus cuadernos a las siguientes preguntas*.
  1. *Las soluciones iniciales, ¿eran ácidas o básicas? Expliquen cómo lo saben.*
  2. *¿Les sirve el papel tornasol para distinguir las soluciones más concentradas de las más diluidas?*
  3. *¿Y la solución de repollo?*
  4. *¿Pueden realizar una escala con los datos de las tablas de arriba?*
  5. *Ordenen los resultados obtenidos de acuerdo con las definiciones operacionales de ácidos y bases que hicieron en la actividad 1.*
  6. *Escriban una nueva definición operacional de ácidos y bases en la cual incluyan los resultados que obtuvieron en esta actividad.*
  7. *Fotografíen cada una de las escalas que han realizado.*
  8. *¿Pueden usar la escala que acaban de construir para obtener información acerca de los materiales de la actividad 1?*
  9. *Organicen los datos de la actividad 1 en función de la/s escala/s que ahora armaron.*
  10. *Pensar modelos para explicar lo que observamos es algo que hacen los científicos desde siempre. Nicolás Lémery (1645–1715) fue el primero en pensar un modelo que explicaba sus observaciones sobre ácidos y bases. Lémery propuso que los átomos de los ácidos tenían púas agudas y eso explicaba la sensación picante que ejercen sobre la piel; las bases eran cuerpos sumamente porosos, en cuyos poros penetraban las púas de los ácidos.*
      a. *¿Sirve el modelo de Lémery para explicar las diluciones que realizaron? SÍ / NO*
      b. *¿Cómo lo adaptarían para que pueda explicar sus observaciones? Dibújenlo.*



Es importante reconocer que la relación entre teoría y realidad siempre está dada por algún modelo. En química, se busca explicar a nivel submicroscópico lo que se observa o percibe macroscópicamente; para ello, se elaboran o utilizan modelos que nos permiten representar esa realidad e interpretarla. Se usan cuando en la práctica es imposible determinar la naturaleza y propiedades de los componentes de un sistema real bajo estudio; entonces se propone cierta estructura interna a nivel submicroscópico y se definen las relaciones entre los componentes de tal estructura. Por ejemplo, aun cuando los átomos no tienen color, se utilizan colores para representarlos.

Descripción de la actividad

Los estudiantes ya habían identificado ácidos y bases de acuerdo con el cambio de color del indicador y del papel de tornasol. Les proponemos, en esta segunda actividad, que realicen diluciones, en las cuales observarán, dependiendo del contenido de ácido o base de la solución de partida, la disminución de la intensidad del color o cambios de color hasta llegar nuevamente al color violeta de la solución neutra de repollo.

Presentamos a los estudiantes el modelo de Lémery para que discutan si sirve para explicar sus observaciones. Podemos considerarlo como un modelo explicativo introductorio.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Mediante las diluciones se sale de las descripciones de los ácidos y las bases de nivel macroscópico para empezar a pensar en un modelo de explicación que implique el nivel submicroscópico.

ACTIVIDAD 3: MEZCLANDO SOLUCIONES DILUIDAS

Consignas para los estudiantes

- *Antes de realizar la experiencia, completen la segunda columna de la tabla, escribiendo el color que* ***creen*** *que obtendrán al mezclar partes iguales de los frascos que se les indican. Recuerden que los frascos "A" corresponden a la primera escala y los "B", a la segunda.*

Tabla C

N.º	N.º de los frascos a combinar	¿Qué color dará?	Observación
1	1A + 1B		
2	2A + 2B		
3	3A + 3B		
4	5A + 5B		
5	9A + 6B		
6	14A + 7B		
7	15A + 8B		
8	… + …		
9	… + …		
10	… + …		

- *Ahora hagan las mezclas y completen la columna de la derecha de la tabla C. Siempre deben mezclar* ***la mitad*** *de un frasco de cada escala.*

- *Respondan a las siguientes preguntas en sus cuadernos:*
  1. *¿Coinciden con lo observado las predicciones que hicieron?*
  2. *¿Les alcanzó su definición operacional de ácidos y bases para las predicciones que realizaron? Si no es así, reformúlenla.*
  3. *Ordenen los resultados obtenidos y ubíquenlos en la/s escala/s de la actividad 2.*
  4. *Fotografíen cada una de las escalas que realicen.*
  5. *Volviendo al modelo planteado por Lémery, ¿explica ahora sus observaciones? Dibújenlo.*

Descripción de la actividad

Los estudiantes comienzan realizando una conceptualización macroscópica del comportamiento de las sustancias, que en las actividades denominamos "definición operacional", la cual les permiten reconocer a una sustancia como ácido o base. En un segundo momento, con un conocimiento profundo de la conformación particulada de la materia, podrá realizar una conceptualización microscópica. Finalmente comenzará a desarrollar la competencia de relacionar estos dos niveles para comprender el fenómeno de neutralización, como así también lograr una interpretación de las propiedades de los ácidos y bases.



La introducción de un modelo explicativo facilita a los estudiantes interpretar lo que sucede durante la neutralización.



Figura 3. Ejemplos de mezclas de soluciones.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En este momento los estudiantes están construyendo el concepto de neutralización pensando más allá del nivel macroscópico. Integrando niveles para pensar qué sucede cuando se juntan un ácido y una base.

ACTIVIDAD 4: TRABAJANDO CON PHMETROS

Consignas para los estudiantes

- *Según el resultado de las actividades que realizaron hasta ahora, ¿qué usarían para…*
  1. *averiguar si una sustancia es ácida o básica?*
  2. *averiguar si un ácido –o una base– es más poderoso que otro, es decir, determinar cuál es más ácido, o básico?*
  3. *Lean atentamente el siguiente texto y luego respondan:*

Los indicadores de acidez y basicidad hechos con jugos de vegetales (por ejemplo, el repollo que ustedes usaron) son muy útiles. Pero es engorroso prepararlos y transportarlos cada vez que se quiere hacer una medición. Además, es difícil comparar los resultados obtenidos en distintos momentos y comunicarlos a los colegas.

Para facilitar y estandarizar las mediciones, se utiliza una escala que inventó el químico danés Sören P. L. Sörensen mientras era director del laboratorio de la cervecera Carlsberg (1909).

En la producción de cerveza, un factor clave es la acidez que tienen las soluciones acuosas en que fermenta la levadura. Sörensen inventó una escala de acidez que va del 1 al 14. En esta escala, llamada *escala de pH*, se asigna el número 7 a las soluciones que no son ácidas ni básicas, es decir, a las soluciones *neutras*. Los valores entre 1 y 7 corresponden a las soluciones ácidas y entre 7 y 14, a las básicas.

a. *¿En qué rango de pH piensan que están las soluciones con que trabajaron en la actividad 1?*
b. *¿Y las que emplearon para la actividad 2?*

- *Para medir el pH se utilizan aparatos llamados pHmetros. Utilizando el pHmetro que les dará su docente, midan el pH de las soluciones de las actividades 1 y 2.*
  1. *¿Estaban dentro del rango que estimaron antes?*
  2. *¿Observaron algún tipo de ordenamiento en las diluciones?*

Descripción de la actividad

Esta actividad nos permite introducir una mejor manera de comparar resultados. Los indicadores de acidez y basicidad hechos con jugos de vegetales son útiles pero es engorroso prepararlos y transportarlos cada vez que se quiere hacer una medición. Además, es difícil comparar los resultados obtenidos en distintos momentos y comunicarlos. Para facilitar y estandarizar las mediciones de pH se utilizan escalas y se realizan las mediciones con aparatos especiales diseñados para esto. El uso del pHmetro es sencillo y ayuda a sistematizar la información experimental obtenida.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Se busca superar la interpretación del mundo solo a través de la percepción. La inclusión de aparatos de medición, como el pHmetro, ayuda a generar un modelo de explicación que integra diferente niveles de interpretación.

ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN

Consignas para los estudiantes

El agua de mar, ¿será ácida? ¿Cómo podemos reconocer el dióxido de carbono disuelto?

Los océanos son el mayor almacén, o sumidero, del dióxido de carbono antropogénico de la Tierra. Desde el siglo XVIII, los océanos han absorbido más de 460 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, lo que representa casi la mitad de las emisiones de este gas, resultantes de la quema de combustibles fósiles, o aproximadamente el 30% de todas las emisiones de dióxido de carbono producidas por el ser humano.

La concentración actual de dióxido de carbono en la atmósfera es la más alta en la historia de la humanidad. Pero todavía más significativa es la velocidad a la que está cambiando la composición química de los océanos. El aumento de la cantidad de dióxido de carbono en los océanos provoca reacciones que cambian la composición química de sus aguas, a través de un proceso conocido como *acidificación*. La velocidad actual de acidificación es, al menos, 100 veces superior a la velocidad máxima de los últimos cientos de miles de años. El dióxido de carbono se absorbe tan rápido, que las aguas superficiales no serán capaces de prevenir y contrarrestar el importante descenso en el pH del océano (Harrould-Kolieb 2009). Si continuamos con la tendencia actual de emisiones, en el año 2050 el pH del océano será el más bajo de los últimos 20 millones de años.

En sus cuadernos:

1. *Escriban una definición operacional para el término pH.*
2. *Observen las fotografías de las escalas que han realizado durante las actividades anteriores y escriban cómo se relacionan con la definición operacional de pH que elaboraron previamente.*
3. *El siguiente protocolo se utiliza para reconocer dióxido de carbono disuelto en agua: en un recipiente agreguen agua de la canilla, solución de repollo colorado y unas gotas de limpiador con amoníaco. Usando un sorbete soplen en el interior del recipiente.*
    a. *¿Qué esperan observar antes de soplar? ¿Y después de hacerlo?*
    b. *¿Puede servir este protocolo para comprobar si el agua de los océanos esta acidificada? ¿Cómo? Si no es así, elaboren un nuevo protocolo y expliquen su propuesta.*
    c.

Descripción de la actividad

En esta actividad aplicamos lo desarrollado hasta ahora en una situación problemática contextualizada: la acidificación de los océanos. Podemos aprovechar esta situación para hacer notar a los estudiantes que pequeños cambios en las unidades de concentración implican importantes cambios en la acidez (recordar que es una escala logarítmica). Podemos explicar que el dióxido de carbono disuelto en el agua de mar forma ácido carbónico. El ácido libera iones bicarbonato e hidrógeno. El ion hidrógeno se une, a su vez, a iones carbonato libres en el agua, formando otro ion bicarbonato. Así, el nivel de iones carbonato disminuye cuando aumenta el dióxido de carbono disuelto; esta es una de las consecuencias de la acidificación de los océanos.

PARA PROFUNDIZAR EL TEMA

La clase puede formar parte de un primer acercamiento al tema ácido, base, neutralización, pH. Desde acá, se puede comenzar luego con las teorías ácido-base e ir complejizando los niveles de representación. Permite seguir trabajando con la historia de la Química, recrear las teorías y modelos, adaptando los experimentos históricos.

Reconocemos que es muy difícil, por su grado de abstracción, que los estudiantes reconozcan que las características de los fenómenos ácido-base se deben a la transferencia de iones hidrógeno. No es una aspiración de esta secuencia abordar ese tema, pues para su construcción se requiere de conocimientos acerca de las reacciones químicas que no se abordan ni se toman como prerrequisitos para encarar esta secuencia didáctica.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia*.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Continuando con una línea histórica se propone lo siguiente:

Desde la Antigüedad, diferentes químicos caracterizaron los ácidos y las bases de manera experimental. La tabla que sigue resume sus ideas.

observable	ácidos	bases
sabor	ácido	amargo
sensación en la piel	punzante o picante	suaves al tacto
colorantes vegetales	rojo	azul
reactividad	Corrosivos, disuelven sustancias, atacan los metales desprendiendo hidrógeno. Disueltos, conducen la corriente eléctrica.	Corrosivos, disuelven grasas. Cuando se tratan grasas animales con ellos, se obtiene jabón. Precipitan sustancias disueltas por ácidos. Disueltos, conducen la corriente eléctrica.
neutralización	Pierden sus propiedades al reaccionar con bases.	Pierden sus propiedades al reaccionar con ácidos.

- *En la tabla no se explica el porqué del comportamiento de los ácidos y las bases. Dibuja un modelo de la estructura intrínseca de ácidos y bases para explicar cada una de las observaciones.*

Otra propuesta de evaluación

- *Analiza el siguiente fenómeno:*

En un recipiente colocamos solución de repollo, solución de bicarbonato de sodio y vinagre. Se observa efervescencia y desprendimiento de gas.

1. *Responde:*
    - *¿Qué colores observarías en la mezcla antes de agregar el vinagre?*
    - *¿Qué color resultará al final del ensayo?*
    - *¿Cómo clasificas la solución final obtenida? Ácida / Básica / Neutra.*
    - *¿Por qué?*
2. *Realiza un modelo de lo que piensas que sucedió.*

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Caracterizando muestras

Primera parte

Usando las ideas de Robert Boyle y su definición operacional de ácidos y bases, vamos a trabajar con papel tornasol universal.

- *Corten la tira de papel tornasol en trozos de 1 cm de largo.*
- *Tomen una gotita de cada frasco con una varilla y toquen con ella un trozo de papel.*
- *¿Observan algún cambio? Anótenlo en la tabla de abajo. Recuerden usar un papel diferente para estudiar el contenido de cada frasco.*

N.º	muestra	observación con papel tornasol	observación con solución de repollo
1	destapacañerías, quita sarro (HCl)		
2	jugo de limón de elaboración comercial		
3	vinagre de alcohol 5% acidez		
4	agua de la canilla		
5	bicarbonato puro (comercial)		
6	antiácido (hidróxido de aluminio y magnesio)		
7	limpiador con amoníaco		
8	lavandina pura comercial		

Segunda parte

- *Ahora, coloquen 10 (diez) gotas de solución de repollo colorado en cada uno de los frascos, de acuerdo con las muestras que tengan. Por ejemplo: si tienen 10 muestras diferentes, completarán 10 frascos distintos con 10 gotas de solución de repollo colorado en cada uno. Luego agregar cada muestra en cada uno de los frascos que tienen las 10 gotas de solución de repollo colorado, hasta completarlos. Luego, completen la última columna del cuadro.*

La **solución de repollo colorado** se puede preparar de la siguiente manera: cortar el repollo en pequeños trozos, colocarlos en una olla cubiertos con agua. Hervir la mezcla, apagar el fuego, revuelve y deja enfriar durante 30 minutos. Colar el agua del repollo con el colador en un recipiente hermético. Guardar en la heladera.

- *Respondan en sus cuadernos:*
  7. *Tomando la definición operacional que realizó Robert Boyle, realicen una definición operacional de ácidos y bases teniendo en cuenta lo que le pasa al papel tornasol. Escríbanla.*
  8. *¿Pueden usar el papel tornasol para indicar si una sustancia es ácida o básica? ¿Y el repollo colorado?*
  9. *¿Pueden usar el papel tornasol para indicar si una sustancia es **más o menos** ácida que otra? ¿Y **más o menos** básica?*
  10. *¿Les serviría la solución de repollo colorado para resolver el punto anterior?*
  11. *Ahora escriban una nueva definición de acidez y basicidad, que tenga en cuenta lo que le pasa al repollo colorado.*
  12. *Saquen una foto, con la cámara de la netbook o del celular, de los resultados finales de sus experimentos.*

Actividad 2: Diluyendo soluciones y caracterizándolas

- *Lean detenidamente el siguiente texto:*

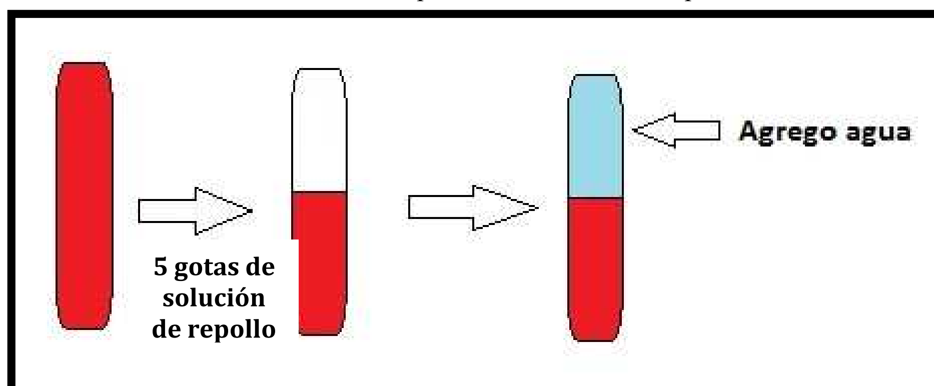
Los ácidos y bases tienen varias propiedades características, además de cambiar de color el papel tornasol y la solución de repollo. Si, por ejemplo, se pone en contacto un ácido con un metal, se libera un gas: hidrógeno gaseoso. Eso no ocurre con las bases.

Se sabe que, si a una solución acuosa de un ácido se le agrega más agua –se la diluye –, esta segunda solución, más diluida, produce menos gas que la primera al reaccionar con un metal. Y que, si se la sigue diluyendo, la reacción con el metal produce cada vez menos gas.

- *¿Cómo podrían explicar estos resultados? Piensen un modelo que represente cómo se imaginan que debe ser el contenido de una solución de ácido para dar estos resultados y dibújenlo.*
- *Las soluciones acuosas de bases también se comportan de forma tal que su "poder" disminuye cuando se les agrega más agua. En este caso, por ejemplo, mientras menos agua contienen, más cantidad de grasa pueden disolver. ¿Cómo podrían explicar estos resultados? Piensen un modelo que represente cómo se imaginan que debe ser el contenido de una solución de base para dar estos resultados y dibújenlo.*

El anterior es un resultado importante: agregar agua a soluciones acuosas de ácidos y bases hace que disminuya su "poder".

- ¿Piensan que se puede estimar el poder ácido o básico de una solución con papel tornasol? ¿Y con solución de repollo? Discútanlo con sus compañeros de grupo. Escriban sus ideas en el cuaderno.
- Inténtenlo, diluyendo dos de las muestras de la siguiente forma:
  - De los frascos empleados en la actividad 1, emplearemos el que quedó de color rojo (1) y el que quedó amarillo (7).
  - Tomar la mitad del contenido del frasco cuya solución deseamos diluir y colocarle cinco (5) gotas de solución de repollo colorado.
  - Agregar agua hasta completar el volumen inicial y mezclar.
  - Tomar la mitad del contenido de este nuevo frasco y repetir la operación. Continuar con el mismo procedimiento hasta completar cada tabla.



- *Completen las tablas a medida que realizan las diluciones.*

Tabla A

N.º	muestra color rojo	observación con papel tornasol	observación con solución de repollo
1A	dilución 1A		
2A	dilución 2A		
3A	dilución 3A		
4A	dilución 4A		
5A	dilución 5A		
6A	dilución 6A		
7A	dilución 7A		
8A	dilución 8A		
9A	dilución 9A		
10A	dilución 10A		
11A	dilución 11A		
12A	dilución 12A		
13A	dilución 13A		
14A	dilución 14A		
15A	dilución 15A		

Tabla B

N.º	muestra color amarillo	observación con papel tornasol	observación con solución de repollo
1B	dilución 1B		
2B	dilución 2B		
3B	dilución 3B		
4B	dilución 4B		
5B	dilución 5B		
6B	dilución 6B		
7B	dilución 7B		
8B	dilución 8B		
9B	dilución 9B		
10B	dilución 10B		
11B	dilución 11B		
12B	dilución 12B		
13B	dilución 13B		
14B	dilución 14B		
15B	dilución 15B		

- *Respondan en sus cuadernos a las siguientes preguntas.*
  1. *Las soluciones iniciales, ¿eran ácidas o básicas? Expliquen cómo lo saben.*
  2. *¿Les sirve el papel tornasol para distinguir las soluciones más concentradas de las más diluidas?*
  3. *¿Y la solución de repollo?*
  4. *¿Pueden realizar una escala con los datos de las tablas de arriba?*
  5. *Ordenen los resultados obtenidos de acuerdo con las definiciones operacionales de ácidos y bases que hicieron en la actividad 1.*
  6. *Escriban una nueva definición operacional de ácidos y bases en la cual incluyan los resultados que obtuvieron en esta actividad.*
  7. *Fotografíen cada una de las escalas que han realizado.*

8. *¿Pueden usar la escala que acaban de construir para obtener información acerca de los materiales de la actividad 1?*
9. *Organicen los datos de la actividad 1 en función de la/s escala/s que ahora armaron.*
10. *Pensar modelos para explicar lo que observamos es algo que hacen los científicos desde siempre. Nicolás Lémery (1645–1715) fue el primero en pensar un modelo que explicaba sus observaciones sobre ácidos y bases. Lémery propuso que los átomos de los ácidos tenían púas agudas y eso explicaba la sensación picante que ejercen sobre la piel; las bases eran cuerpos sumamente porosos, en cuyos poros penetraban las púas de los ácidos.*
    a. *¿Sirve el modelo de Lémery para explicar las diluciones que realizaron? SÍ / NO*
    b. *¿Cómo lo adaptarían para que pueda explicar sus observaciones? Dibújenlo.*



Es importante reconocer que la relación entre teoría y realidad siempre está dada por algún modelo. En química, se busca explicar a nivel submicroscópico lo que se observa o percibe macroscópicamente; para ello, se elaboran o utilizan modelos que nos permiten representar esa realidad e interpretarla. Se usan cuando en la práctica es imposible determinar la naturaleza y propiedades de los componentes de un sistema real bajo estudio; entonces se propone cierta estructura interna a nivel submicroscópico y se definen las relaciones entre los componentes de tal estructura. Por ejemplo, aun cuando los átomos no tienen color, se utilizan colores para representarlos.

Actividad 3: Mezclando soluciones diluidas

- *Antes de realizar la experiencia, completen la segunda columna de la tabla, escribiendo el color que* ***creen*** *que obtendrán al mezclar partes iguales de los frascos que se les indican. Recuerden que los frascos “A” corresponden a la primera escala y los “B”, a la segunda.*

Tabla C

N.º	N.º de los frascos a combinar	¿Qué color dará?	Observación
1	1A + 1B		
2	2A + 2B		
3	3A + 3B		
4	5A + 5B		
5	9A + 6B		
6	14A + 7B		
7	15A + 8B		
8	… + …		
9	… + …		
10	… + …		

- *Ahora hagan las mezclas y completen la columna de la derecha de la tabla. Siempre deben mezclar **la mitad** de un frasco de cada escala.*

- *Respondan a las siguientes preguntas en sus cuadernos:*
  1. *¿Coinciden con lo observado las predicciones que hicieron?*
  2. *¿Les alcanzó su definición operacional de ácidos y bases para las predicciones que realizaron? Si no es así, reformúlenla.*
  3. *Ordenen los resultados obtenidos y ubíquenlos en la/s escala/s de la actividad 2.*
  4. *Fotografíen cada una de las escalas que realicen.*
  5. *Volviendo al modelo planteado por Lémery, ¿explica ahora sus observaciones? Dibújenlo.*

Actividad 4: Trabajando con pHmetros

- *Según el resultado de las actividades que realizaron hasta ahora, ¿qué usarían para…*
  1. *averiguar si una sustancia es ácida o básica?*
  2. *averiguar si un ácido –o una base– es más poderoso que otro, es decir, determinar cuál es más ácido, o básico?*
  3. *Lean atentamente el siguiente texto y luego respondan:*

Los indicadores de acidez y basicidad hechos con jugos de vegetales (por ejemplo, el repollo que ustedes usaron) son muy útiles. Pero es engorroso prepararlos y transportarlos cada vez que se quiere hacer una medición. Además, es difícil comparar los resultados obtenidos en distintos momentos y comunicarlos a los colegas.

Para facilitar y estandarizar las mediciones, se utiliza una escala que inventó el químico danés Sören P. L. Sörensen mientras era director del laboratorio de la cervecera Carlsberg (1909).

En la producción de cerveza, un factor clave es la acidez que tienen las soluciones acuosas en que fermenta la levadura. Sörensen inventó una escala de acidez que va del 1 al 14. En esta escala, llamada *escala de pH*, se asigna el número 7 a las soluciones que no son ácidas ni básicas, es decir, a las soluciones *neutras*. Los valores entre 1 y 7 corresponden a las soluciones ácidas y entre 7 y 14, a las básicas.

a. *¿En qué rango de pH piensan que están las soluciones con que trabajaron en la actividad 1?*
b. *¿Y las que emplearon para la actividad 2?*

- *Para medir el pH se utilizan aparatos llamados pHmetros. Utilizando el pHmetro que les dará su docente, midan el pH de las soluciones de las actividades 1 y 2.*
  1. *¿Estaban dentro del rango que estimaron antes?*
  2. *¿Observaron algún tipo de ordenamiento en las diluciones?*

Actividad de integración

El agua de mar, ¿será ácida? ¿Cómo podemos reconocer el dióxido de carbono disuelto?

Los océanos son el mayor almacén, o sumidero, del dióxido de carbono antropogénico de la Tierra. Desde el siglo XVIII, los océanos han absorbido más de 460 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, lo que representa casi la mitad de las emisiones de este gas, resultantes de la quema de combustibles fósiles, o aproximadamente el 30% de todas las emisiones de dióxido de carbono producidas por el ser humano.

La concentración actual de dióxido de carbono en la atmósfera es la más alta en la historia de la humanidad. Pero todavía más significativa es la velocidad a la que está cambiando la composición química de los océanos. El aumento de la cantidad de dióxido de carbono en los océanos provoca reacciones que cambian la composición química de sus aguas, a través de un proceso conocido como *acidificación*. La velocidad actual de acidificación es, al menos, 100 veces superior a la velocidad máxima de los últimos cientos de miles de años. El dióxido de carbono se absorbe tan rápido, que las aguas superficiales no serán capaces de prevenir y contrarrestar el importante descenso en el pH del océano (Harrould-Kolieb 2009). Si continuamos con la tendencia actual de emisiones, en el año 2050 el pH del océano será el más bajo de los últimos 20 millones de años.

En sus cuadernos:

4. *Escriban una definición operacional para el término pH.*
5. *Observen las fotografías de las escalas que han realizado durante las actividades anteriores y escriban cómo se relacionan con la definición operacional de pH que elaboraron previamente.*
6. *El siguiente protocolo se utiliza para reconocer dióxido de carbono disuelto en agua: en un recipiente agreguen agua de la canilla, solución de repollo colorado y unas gotas de limpiador con amoníaco. Usando un sorbete soplen en el interior del recipiente.*
   a. *¿Qué esperan observar antes de soplar? ¿Y después de hacerlo?*
   b. *¿Puede servir este protocolo para comprobar si el agua de los océanos esta acidificada? ¿Cómo? Si no es así, elaboren un nuevo protocolo y expliquen su propuesta.*

Secuencia didáctica N.º 7 "Mantén el movimiento (con sensores de distancia)"

SINOPSIS

La siguiente secuencia didáctica está pensada para trabajar los contenidos básicos de cinemática utilizando sensores electrónicos de distancia. Estos sensores deberán funcionar con un programa que muestre la respuesta del sensor tanto con gráficos en tiempo real como mediante un formato exportable para luego trabajar en una planilla de cálculos utilizando los datos obtenidos.

La idea de la secuencia es que los y las estudiantes realicen diferentes movimientos y los detecten con el sensor de distancia, para luego analizar los gráficos de posición en función del tiempo que se obtienen.

El llevar a cabo la práctica y obtener gráficos en tiempo real, hace que la interpretación de los mismos se vea enormemente facilitada, y puede ayudar a zanjar las frecuentes dificultades de los estudiantes en este tema y en el análisis de gráficos en general.

A partir de la información que se extrae de los gráficos, realizando un análisis cualitativo y observando las diferencias en los gráficos cuando, por ejemplo, se modifica la velocidad o el sentido del movimiento, se pretende que los y las estudiantes definan el concepto de velocidad y encuentren las características que distinguen un movimiento a velocidad constante de cualquier otro.

Se propone además poner especial énfasis en la importancia de trabajar con datos experimentales y las ventajas de abordar el estudio de la cinemática a partir de la interpretación y análisis de gráficos de diferentes movimientos.

.

OBJETIVOS

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes:

- Identifiquen las características del movimiento rectilíneo con velocidad constante.
- Reconozcan cuáles son los parámetros necesarios para describir completamente un movimiento rectilíneo con velocidad constante.
- Construyan un gráfico de posición en función del tiempo utilizando herramientas TIC.
- Analicen los gráficos construidos.
- Construyan un modelo matemático a partir de datos obtenidos de la experiencia.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA

60 minutos.

CONTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS NAP

En esta secuencia se trabajan los contenidos: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente variado y concepto de velocidad. Además se hace hincapié en la interpretación de gráficos como contenido a ser enseñado y se brinda un marco teórico para la interpretación de las leyes de Newton y su aprendizaje. Estos contenidos forman parte de los siguientes lineamientos curriculares (NAP; 2011):

- La comprensión de que los fenómenos físicos pueden ser modelizados y descriptos a través de expresiones matemáticas.
- La utilización de las leyes de Newton como marco explicativo para algunos fenómenos físicos

CÓMO AYUDA ESTA SECUENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LOS TEMAS ABORDADOS

En el estudio de la cinemática, los estudiantes suelen enfrentar los siguientes obstáculos didácticos, en cuya generalización puede encontrarse algunos obstáculos epistemológicos subyacentes:

- Los adolescentes suelen presentar dificultades en la identificación de la información relevante y para identificar los datos que se encuentran implícitos. No conciben la existencia de caminos diferentes para llegar a la resolución de un problema. Esta dificultad tiene clara relación con la creatividad y el pensamiento lateral, inclusive con la imaginación de posibles alternativas de resolución.

- Se les dificulta hallar la correspondencia entre la física y la matemática, de modo de asociar el término matemático con el concepto físico en cuestión .

- Utilizan sistemas de referencia independientes cuando lo que se está analizando es un fenómeno que debe interpretarse como interacción de elementos.

- Es habitual que los estudiantes busquen conferir a sus gráficos de posición en función del tiempo características similares a las de la trayectoria que recorre el objeto en cuestión.

- Tienen dificultades para diferenciar *posición* de *desplazamiento*, al igual que para comprender el rol que juega la elección de un sistema de referencia.

- No les resulta sencilla la interpretación de gráficos correspondientes a móviles que se desplazan con distinta velocidad. Es habitual que confundan el hecho de que un móvil se encuentre delante de otro con la diferencia de velocidades entre ambos.

- Usualmente no comprenden la relación de proporcionalidad directa. No logran conceptualizar el cociente de dos magnitudes distintas –desplazamiento y duración del intervalo de tiempo– como un único ente; por ejemplo, el concepto de velocidad.

COMENTARIOS PREVIOS A LA CLASE

Para la realización de esta clase, se requiere contar con sensores electrónicos de distancia. Estos sensores deberán funcionar con un programa que muestre la respuesta del sensor tanto con gráficos en tiempo real como mediante un formato exportable, para luego trabajar utilizando los datos obtenidos en una planilla de cálculos.

Al trabajar con un sensor electrónico, es importante tener en cuenta algunas cuestiones relacionadas a la planificación de la actividad:

1. Se debe prestar especial atención al rango de medición del sensor, para acotar el movimiento que los estudiantes podrán realizar.

2. Se debe seleccionar una frecuencia de medición adecuada, en función del tiempo de respuesta del sensor y el tipo de movimiento que se realice.

CONTENIDOS PREVIOS

La actividad está diseñada para comenzar con el contenido de cinemática y leyes de Newton. No se requieren conocimientos previos de la disciplina. Se requieren nociones básicas de proporcionalidad, construcción e interpretación de gráficos en ejes cartesianos, unidades.

ACTIVIDAD 1: CONOCIENDO EL SENSOR DE MOVIMIENTO

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

Consignas para los estudiantes

1. *Organícense en grupos de 3 o 4. Conservarán estos grupos durante toda la secuencia. Armen el dispositivo experimental según el esquema presentado y cópienlo en el cuaderno de laboratorio.*

2. *Ahora tomen algún objeto que se asemeje a una pantalla plana, y realicen movimientos delante del sensor. Cuiden de colocar la pantalla de frente al sensor y perpendicular al piso. ¿Qué observan en el monitor de la netbook?*

Descripción de la actividad

Se les pide a los estudiantes que se agrupen de a 3 o 4 y que armen el dispositivo experimental que se esquematiza en la Figura 1. Deben realizar un dibujo o tomar una foto del mismo para colocar en el informe de la actividad.

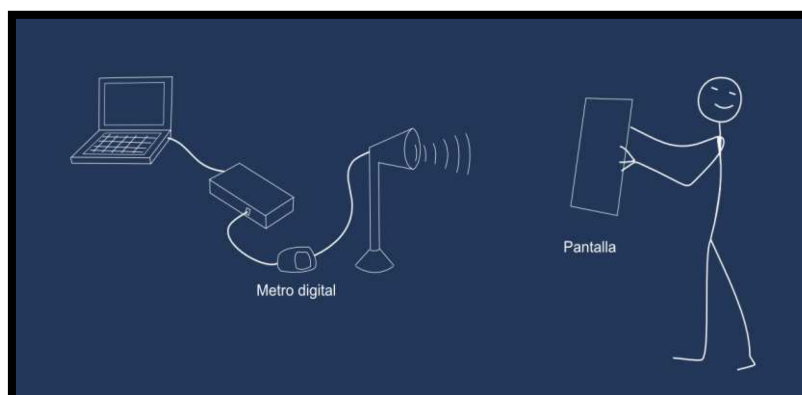


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental.

Deberán tomar una pantalla plana y realizar movimientos frente al sensor de manera tal que los pulsos emitidos por el sensor reboten en la pantalla y sean captados por este para que el equipo pueda adquirir los datos.

Esta actividad tiene por finalidad que los estudiantes comprendan el funcionamiento del sensor de movimiento y el dispositivo experimental que se utilizará para realizar la experiencia a continuación.

Estrategias TIC utilizadas

Para toda actividad con sensores, las herramientas TIC son indispensables; no hay sustituto posible, ya que el planteo mismo de la actividad las involucran. Los sensores son herramientas tecnológicas cuya función es registrar cambios, en este caso de posición, en función del tiempo. Permiten recolectar datos y presentarlos en tiempo real. Esta característica colabora para que los estudiantes puedan ver en forma inmediata múltiples representaciones de los datos mientras se realiza la experiencia. Este tipo de sensor de movimiento utiliza pulsos de ultrasonido que son reflejados por el móvil para determinar su posición. Se utiliza conectado a una computadora, en cuyo monitor irán apareciendo los datos en forma de tabla y en forma de gráfico.

ACTIVIDAD 2: ANALIZANDO EL MOVIMIENTO I

Consignas para los estudiantes

Realicen un movimiento a velocidad constante, acercándose y alejándose del sensor y copien los gráficos obtenidos en su cuaderno de laboratorio. Analicen los gráficos a partir de las siguientes preguntas:

a. *¿Observan algún tipo de orden en la distribución de los puntos de los gráficos? ¿Cuál?*
b. *¿Qué diferencias notan entre los dos gráficos de esta actividad? ¿A qué pueden atribuirlas?*

Descripción de la actividad

Manteniendo el mismo dispositivo experimental, realizarán un movimiento a velocidad constante, alejándose del sensor. Luego copiarán el gráfico obtenido de posición en función del tiempo y lo agregarán al cuaderno de laboratorio. A continuación realizarán un movimiento a velocidad constante pero en este caso acercándose al sensor. Nuevamente copiarán el gráfico obtenido y realizarán el análisis correspondiente del mismo, guiado por las preguntas que allí aparecen.



Es importante que los estudiantes noten, en primer lugar, que los puntos obtenidos en el gráfico siguen cierto ordenamiento; se ve que están alineados y que podrían unirse por una recta (función lineal).
Luego podrán ver que la diferencia entre los dos gráficos está dada por el signo de la pendiente (positivo o negativo). El mismo marca una tendencia en los datos creciente o decreciente e indica el sentido del movimiento: alejándose o acercándose al sensor.
Se debe enfatizar también que debido a las condiciones propias del experimento y a las características de este sensor, el sistema de referencia está fijo en el sensor, pues éste mide distancias relativas a su ubicación (esto dependerá igualmente del sensor de movimiento que se utilice).

Esta actividad tiene como finalidad que los participantes realicen un análisis cualitativo del movimiento a partir de los gráficos obtenidos y estudien las similitudes y diferencias que pueden hallar entre ellos.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad permite a los estudiantes diferenciar claramente la trayectoria del objeto que se mueve y el gráfico de posición en función del tiempo. Es habitual que los alumnos traten de conferirles a ambos características similares.

También ayuda para que puedan diferenciar posición y desplazamiento.

El uso del sensor y la vista del gráfico que va surgiendo de la obtención de los datos colaboran para que los estudiantes logren conceptualizar el cociente de dos magnitudes distintas como ser el desplazamiento y la duración de un intervalo de tiempo, estableciendo la relación de proporcionalidad directa de la que surge la velocidad.

ACTIVIDAD 3: ANALIZANDO EL MOVIMIENTO II

Consignas para los estudiantes

1. *Realicen un nuevo movimiento acercándose al sensor. Recorran una parte de la trayectoria a una velocidad constante y otra parte con otra velocidad (también constante). Procuren que el cambio entre estas velocidades sea repentino.*

2. *Nuevamente copien los gráficos que obtienen y completen el informe del cuaderno de laboratorio, guiado por las siguientes preguntas:*

3. *¿Qué diferencias notan entre el gráfico de esta actividad con los gráficos de la parte anterior? ¿Podrían identificar en este gráfico en qué instante cambió la velocidad con que se movió?*

Descripción de la actividad

Se continuará con el mismo dispositivo y dinámica de las actividades anteriores, pero en este caso se cambiará la velocidad con la que los participantes se acercan al sensor. Nuevamente tomarán los gráficos que obtienen y completarán el informe del cuaderno de laboratorio.



En estos nuevos gráficos, los estudiantes podrán ver que los mismos siguen correspondiendo a funciones lineales.
Lo que podrán observar también es que al variar la velocidad del movimiento lo que cambia en el gráfico es la pendiente.
Pendientes más grandes (rectas más empinadas) corresponden a velocidades más altas, y pendientes más chicas a velocidades menores.

Esta actividad tiene por finalidad que los participantes analicen cómo se modifican los gráficos de posición en función del tiempo al cambiar la velocidad del desplazamiento; esto se realiza observando cómo cambia la pendiente del gráfico.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Este monitoreo en tiempo real permite comprender mucho más profundamente la naturaleza del fenómeno que se está estudiando, ya que ofrece posibilidades de ir modificando las condiciones en función de los datos que están siendo obtenidos. Con esta herramienta es posible minimizar las dificultades que pueden tener en la interpretación de gráficos correspondientes a móviles que se desplazan con distinta velocidad.

ACTIVIDAD 4: REALIZACIÓN DE INFORME DE LA EXPERIENCIA

Consigna para los estudiantes

Realicen un informe con el análisis de los gráficos obtenidos experimentalmente.

Descripción de la actividad

Los participantes completarán el cuaderno de laboratorio realizando un informe detallado con el análisis de todos los gráficos obtenidos experimentalmente. El formato del informe queda a criterio del docente pero consideramos importante indicar a los estudiantes que dicho informe debe incluir una comparación de los resultados de las distintas experiencias, explicando qué ocurre con la pendiente del gráfico de posición en función del tiempo al acercarse al sensor, al alejarse y al modificar la velocidad.



Si bien los estudiantes fueron analizando cada uno de los gráficos que obtuvieron, la idea es que puedan revisar todo el informe con los diferentes resultados obtenidos y puedan destacar las características principales de un movimiento a velocidad constante.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

La capacidad de poder redactar un informe completo, relacionando todas las actividades realizadas y los resultados obtenidos, es una competencia que no es innata y por lo tanto debe ser enseñada y aprendida. Según Lemke, el patrón lingüístico y el patrón temático no pueden ir separados: en Ciencias Naturales tenemos una forma de hablar, de escribir y de razonar que es propia de las Ciencias.

ACTIVIDAD 5: PUESTA EN COMÚN

Consigna para los estudiantes

Los invitamos a discutir los resultados obtenidos entre todos e identificar las características de un movimiento a velocidad constante.

Descripción de la actividad

Se realizará una puesta en común guiada por el docente, en la cual se compararán los gráficos obtenidos y se discutirán las conclusiones a las que cada grupo pudo arribar.



Se sugiere que al finalizar la actividad, el/la docente haga una puesta en común donde cada uno de los grupos pueda contar o mostrar los resultados obtenidos. Los movimientos realizados por los distintos estudiantes serán diferentes, con lo cual es interesante que el/la docente guíe la puesta en común enfatizando qué cosas varían en las experiencias de los grupos y qué características son generales del movimiento. Por ejemplo, es muy probable que todos los grupos tengan diferentes intervalos temporales (algunos harán movimientos más largos, otros más cortos), pero todos deberían poder describir el gráfico obtenido por una recta. Seguramente también el punto donde cambian la velocidad en la actividad 3 sea distinto, pero todos deberían encontrar un cambio en la pendiente del gráfico de esta actividad.

El fin de la actividad es realizar un análisis reflexivo sobre los resultados de los experimentos y los conceptos trabajados en la clase.

Para profundizar el tema

Se sugiere continuar la unidad didáctica introduciendo el concepto de aceleración para estudiar el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV). A partir de los gráficos obtenidos, se puede inferir el concepto de aceleración.

β Aquí accedés a la bibliografía de esta secuencia.

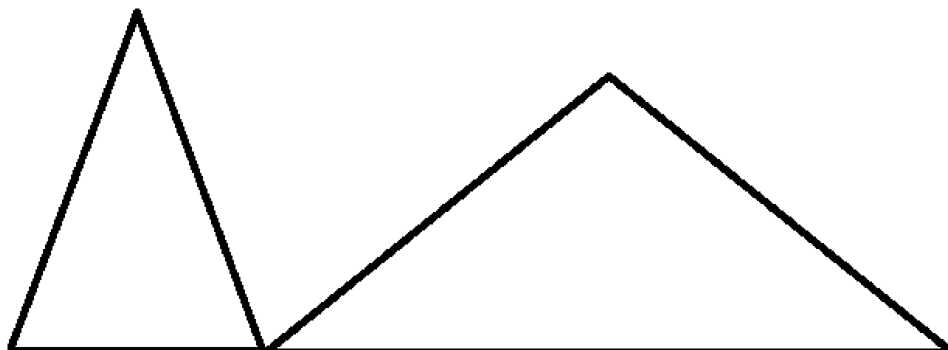
PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Se propone hacer la siguiente actividad de aplicación.

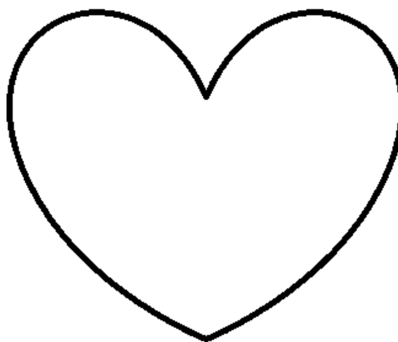
Consigna para los estudiantes

Realicen, utilizando los datos obtenidos por el sensor, un gráfico similar a las siguientes figuras. Si no es posible, expliquen por qué.

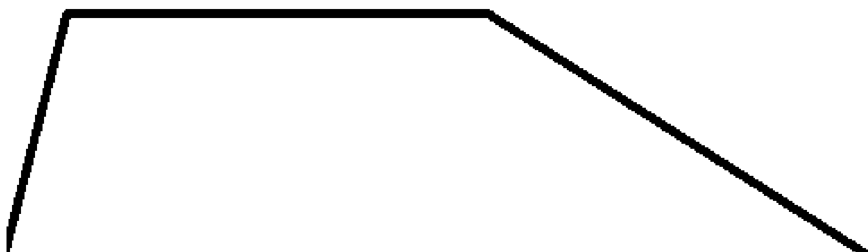
a)



b)



c)



CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Conociendo el sensor de movimiento

1. *Organícense en grupos de 3 o 4. Conservarán estos grupos durante toda la secuencia. Armen el dispositivo experimental según el esquema presentado y cópienlo en el cuaderno de laboratorio.*
2. *Ahora tomen algún objeto que se asemeje a una pantalla plana, y realicen movimientos delante del sensor. Cuiden de colocar la pantalla de frente al sensor y perpendicular al piso. ¿Qué observan en el monitor de la pc?*

Actividad 2: Analizando el movimiento I

Realicen un movimiento a velocidad constante, acercándose y alejándose del sensor y copien los gráficos obtenidos en el cuaderno de laboratorio. Analicen los gráficos obtenidos, a partir de las siguientes preguntas:

¿Observan algún tipo de orden en la distribución de los puntos de los gráficos? ¿Cuál?
¿Qué diferencias notan entre los dos gráficos de esta actividad? ¿A qué pueden atribuirlas?

Actividad 3: Analizando el movimiento II

Realicen un nuevo movimiento acercándose al sensor. Recorran una parte de la trayectoria a una velocidad constante y otra parte con otra velocidad (también constante). Procuren que el cambio entre estas velocidades sea repentino.

Nuevamente copien los gráficos que obtienen y completen el informe del cuaderno de laboratorio, guiado por las siguientes preguntas:

¿Qué diferencias notan entre el gráfico de esta actividad con los gráficos de la parte anterior?
¿Podrían identificar en este gráfico en qué instante cambió la velocidad con que se movió?

Actividad 4: Realización del informe de la experiencia

Realicen un informe con el análisis de los gráficos obtenidos experimentalmente.

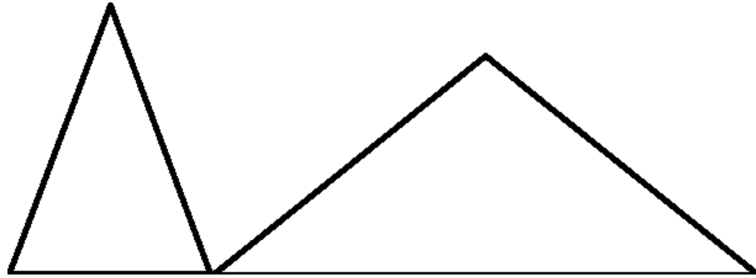
Actividad 5: Puesta en común

Los invitamos a discutir los resultados obtenidos entre todos e identificar las características de un movimiento a velocidad constante.

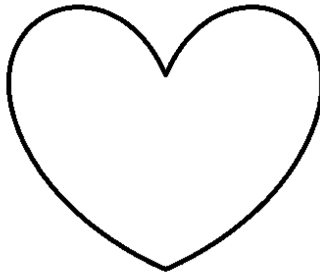
Propuesta de evaluación

Realicen, utilizando los datos obtenidos por el sensor, un gráfico similar a las siguientes figuras. Si no es posible, expliquen por qué.

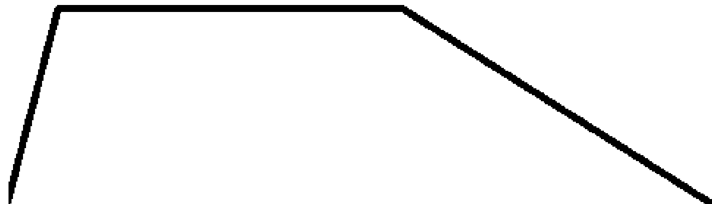
a)



b)



c)



Secuencia didáctica N.º 8 “Aire fresco”

SINOPSIS

Esta secuencia didáctica aborda la contaminación en espacios interiores, con una invitación a trabajar en el uso de estimaciones indirectas y correlaciones en ciencia. La clase se desarrolla bajo una modalidad de trabajo en grupo. Para realizar las actividades se requiere de un sensor de dióxido de carbono con software que permita la observación de gráficos en tiempo real por cada grupo de estudiantes. Lo ideal sería disponer de, al menos, dos netbooks por grupo, una conectada al sensor y otra en la cual se vaya registrando la información que se pide recabar.

OBJETIVOS

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Evaluar críticamente la metodología seguida para calificar la calidad del aire en espacios interiores.
- Analizar los resultados de las mediciones realizadas.
- Analizar el rol de las mediciones en la elaboración de índices o parámetros ambientales.
- Trabajar en grupos en forma solidaria.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA LA SECUENCIA DIDÁCTICA

- Exploración inicial: En una primera actividad proponemos a los estudiantes hacer unas primeras medidas con el sensor de dióxido de carbono, de modo que se familiaricen con su forma de funcionamiento y presentación de resultados. Mediante una medida directa del dióxido de carbono en el aire espirado comprueban además que la concentración en el mismo es muy superior a la del aire ambiente (o a inspirar).
- Desarrollo: A continuación, siempre manteniendo los grupos de trabajo, pedimos a los estudiantes que lean y analicen el texto que se presenta en la Actividad 2, referido a un índice de contaminación interior. En esta actividad ponemos el eje en la forma en que se ha construido un indicador de la calidad de aire en interiores. Por último, los grupos de estudiantes deben realizar un relevamiento de la calidad del aire en distintos ambientes.
- Síntesis y cierre de la clase: Cada grupo de estudiantes presenta la información recopilada de la manera que elija (mediante tablas y gráficos en una presentación en diapositivas, por ejemplo) y sobre estas producciones se analizan los resultados de forma cualitativa.

DURACIÓN DE LA SECUENCIA

120 minutos + 60 minutos en una segunda clase (presentación y discusión de resultados).

CONTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS NAP

La presente propuesta presenta situaciones de enseñanza tendientes a promover algunas de las capacidades a las que los NAP reconocen un lugar de importancia:

- La interpretación y la resolución de problemas significativos a partir de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar, para contribuir al logro de la autonomía en el plano personal y social.
- La planificación y realización sistemática de exploraciones para indagar algunos de los fenómenos naturales.
- La realización de observaciones, el registro y la comunicación en diferentes formatos sobre temas referidos a los ejes que organizan los NAP: Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios; Los materiales y sus cambios; Los fenómenos del mundo físico y La Tierra, el universo y sus cambios.

CÓMO AYUDA ESTA SECUENCIA A RESOLVER DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DEL TEMA

Uno de los objetivos reiteradamente planteados para la educación en ciencias tiene que ver con lograr en los estudiantes la capacidad de analizar, de manera crítica, información referida a argumentos científicos. La información proveniente del campo de las ciencias naturales es una referencia importante al momento de adoptar posturas frente a temáticas de impacto social que muchas veces resultan controvertidas. Ejemplos de estas temáticas pueden ser la experimentación con animales, la evaluación de vacunas o medicamentos en la población, la contaminación ambiental o la explotación de los recursos naturales. La postura finalmente adoptada por una persona científicamente alfabetizada debería tener en cuenta la información proveniente de las ciencias naturales y humanas, pero involucrará también aspectos ético-políticos, en el sentido de manejarse por una determinada escala de valores. Sin embargo, existe una tendencia a confiar ciegamente en los “expertos”.

Una meta como la alfabetización científica plantea dificultades que es conveniente desglosar para poder abarcarlas, cuando esto sea posible, una a una. Una de estas dificultades ancla en la idea de que un resultado “científico” no es cuestionable, porque el conjunto de métodos utilizados para obtenerlo forman parte de un saber específico, fuera del alcance de los legos. Así, las cuestiones metodológicas de la ciencia quedan dentro de una “caja negra” respecto de la cual solo es posible atenerse a las consecuencias de los resultados que arroja. En realidad, muchas veces, pero sobre todo cuando se trabaja en una temática compleja como las mencionadas más arriba, los diseños experimentales encierran determinadas visiones de la problemática que tienen más que ver con la cosmovisión de los científicos involucrados que con el respeto a un método objetivo y riguroso.

En esta secuencia didáctica proponemos como abordaje a esta dificultad el trabajo en la elaboración de índices en base a medidas experimentales, con la idea de que este recorrido contribuya a identificar las contribuciones de distinto tipo (experimentales, subjetivas, de criterio profesional) a la construcción de un parámetro que exprese si el aire está “más o menos impuro”.

CONTENIDOS PREVIOS

Cuando diseñamos esta secuencia didáctica, hemos considerado que los estudiantesmanejan de forma adecuada los siguientes conceptos:

- El aire como una mezcla de distintos gases.
- Unidades utilizadas para expresar la concentración de gases.
- El dióxido de carbono como un producto de la respiración y la combustión.

ACTIVIDAD 1: CONTEMPLACIÓN GRUPAL DE UN VÍDEO

Consignas para los estudiantes

ĀAquí accedés a las actividades completas para los estudiantes..

1. *Organícense en grupos de tres a cinco integrantes. Utilizando el sensor de dióxido de carbono, realicen una medición de la concentración de este gas en el aire ambiente del interior del aula (tomaremos esta medida como referencia del aire inspirado).*[4]
2. *Luego midan la concentración de dióxido de carbono en el aire espirado por alguno de ustedes (espirando sobre el sensor directamente).*
3. *Repitan la operación para otros integrantes del grupo y registren los datos.*

Descripción de la actividad

Iniciamos la secuencia pidiendo a los estudiantes que se reúnan en grupos y armen el dispositivo para la medición de dióxido de carbono. Cada grupo de estudiantes realiza las mediciones y compara los niveles de dióxido de carbono en el aire inspirado y espirado. Luego de realizadas estas mediciones, sugerimos dar lugar a una breve puesta en común, para lo cual pueden ser útiles las siguientes preguntas guía:

¿Cuál de las dos medidas fue mayor?

¿A qué creen que se debe esta diferencia?

Suponiendo que el aire espirado tuviera una concentración de 10.000 ppm de dióxido de carbono, ¿qué resultado esperarían que arroje el sensor? ¿Cómo expresarían este resultado?

La finalidad de esta primera actividad es que los estudiantes logren familiarizarse con el uso del sensor, así como con el software que muestra un gráfico de los valores registrados en función del tiempo. Se espera a su vez que los estudiantes reconozcan que el dióxido de carbono es un producto de la respiración, por lo tanto el aire espirado tiene una mayor proporción de este gas que el aire inspirado. Un tercer aspecto, referido a lo metodológico, es la introducción de la idea de que todo instrumento tiene un rango de operación que impone limitaciones a las medidas. Se espera que la concentración de dióxido de carbono en la respiración sature el detector y por lo tanto no pueda ser medida.

[4] La medida de dióxido de carbono en ambientes exteriores debería ser de entre 300 y 500 ppm; de ser necesario calibrar el sensor, hacerlo teniendo en cuenta estos valores aproximados de referencia.

ACTIVIDAD 2: EL AIRE QUE RESPIRAMOS EN AMBIENTES CERRADOS

Consignas para los estudiantes

1. *Lean atentamente el siguiente texto que ha sido extraído de bibliografía sobre higiene y seguridad en el trabajo.*

El dióxido de carbono como indicador de olor

La emisión de dióxido de carbono en la respiración humana está ligada a la de otros productos procedentes del metabolismo (agua, aerosoles biológicos, partículas, alcoholes, aldehídos, etc.) llamados bioefluentes,que son responsables de la carga de olor por ocupación humana de un local. Por ello, el nivel de concentración de dióxido de carbono en un ambiente interior puede tomarse, si no hay otras fuentes contaminantes, como indicador de la carga de olor existente debida a sus ocupantes.

Para establecer valores de referencia, se han realizado estudios con personas a distintas tasas de ventilación, y aunque existen datos que sugieren que a 600 ppm los individuos más sensibles ya manifiestan quejas y molestias, en la práctica se acepta que no debe superarse una concentración de 1.000 ppm de dióxido de carbono con el fin de evitar problemas de olor y para que el aire sea considerado aceptable para aproximadamente el 80% de los visitantes del local.

Los ocupantes adaptados, es decir los que llevan un cierto tiempo en el local, pueden no notar molestias, en términos de olor corporal, hasta que la concentración de dióxido de carbono supera 2.000 ppm.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el hecho de que no se superen en un local estos niveles de dióxido de carbono, no garantiza la ausencia de compuestos de origen distinto a los ocupantes (materiales, productos de consumo, actividades, etc.) que puedan ser molestos o nocivos para la salud.

2. *En base al texto, contesten de forma breve las preguntas:*
   a. *El dióxido de carbono, ¿tiene olor por sí mismo?*
   b. *¿Por qué se utiliza el dióxido de carbono como indicador la medida en que un ambiente es saludable?*
   c. *¿Para qué se ha utilizado la opinión de las personas que se mencionan como "visitantes del local"?*
   d. *¿Les parecería adecuado que tomáramos el aire como viciado cuando al menos un visitante del local así lo calificara? ¿Y si en lugar del 80% de los visitantes tomáramos la mitad más uno?*

Descripción de la actividad

También en modalidad grupal, proponemos como segunda actividad la lectura de un texto y planteamos una serie de preguntas. En este momento damos un tiempo a los grupos para que trabajen en conjunto, dado que si bien las primeras preguntas refieren directamente al texto, la última pregunta plantea en realidad una situación-problema con respuesta abierta, en la que no todos los integrantes de cada grupo necesariamente estarán de acuerdo.

Una vez que los grupos han saldado todas las cuestiones, poniéndose o no de acuerdo internamente, es un buen momento para hacer una nueva puesta en común de lo que hayan elaborado.



Durante la discusión sugerimos recalcar que en la cuarta pregunta se está trabajando con opiniones subjetivas, diferenciándola de las anteriores.
Al discutir, en base a la pregunta 4, la razonabilidad de criterios alternativos, podría incluirse una pregunta del tipo ¿qué implicancias tendrían, en cuanto a costos laborales, estas últimas dos definiciones alternativas?

Como cierre de esta puesta en común, proponemos plantear una nueva situación: ¿piensan que se trata de un método objetivo y confiable para medir la calidad del aire? Esta pregunta no tiene una respuesta unívoca, sino que plantea una situación abierta en la que habrá que detenerse en las condiciones para que el método sea confiable. Por ejemplo, que el sensor esté "midiendo bien"; que la única fuente de dióxido de carbono sean las personas que ocupan el lugar; que la muestra de ocupantes del lugar a la que se pidió su parecer sobre el aire sea representativa; y por último que acordemos con el criterio elegido en cuanto a considerar que el consenso necesario para calificar el aire como "viciado" sea del 80% de los visitantes del local.

En primer lugar, la finalidad es introducir y discutir el concepto de la utilización de un indicador (concentración de dióxido de carbono) como estimador indirecto de la calidad del aire. Luego se propone discutir sobre la construcción de este estimador y la importancia de conocer los supuestos que deben cumplirse para poder tomar criteriosamente la medida como un índice de la calidad del aire.

En esta actividad se trabaja sobre uno de los objetivos principales de la clase, por lo cual la discusión en grupos y la posterior puesta en común es muy importante, teniendo en cuenta además que en la siguiente actividad los estudiantes utilizarán ellos mismos el método descripto.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Hemos abordado con esta segunda actividad la principal dificultad mencionada al comenzar.Intentamos abrir la "caja negra" que podría representar la forma en que un grupo de expertos determina si el aire de una habitación está o no contaminado por la ocupación humana. Nuestra forma de abordar esta dificultad ha sido explicitar estos criterios, y hemos planteado las actividades grupales justamente para favorecer la confrontación de opiniones diversas en el seno de cada grupo.

En la Actividad 3 planteamos la construcción paso a paso del índice con el que trabajamos, esperando que este recorrido permita afirmar, a través de la propia experiencia, lo que ya hemos enunciado y analizado a través del análisis de un texto.

ACTIVIDAD 3: TRABAJO DE CAMPO. MIDIENDO LA CONTAMINACIÓN

Consignas para los estudiantes

1. *Realicen mediciones de la concentración de dióxido de carbono en el aire en ambientes lo más variados posibles en cuanto a su ocupación (consideren el número de ocupantes y tiempo de residencia en el lugar). Registren los resultados en un archivo de planilla de cálculo (Excel o Geogebra, por ejemplo).*
2. *Además de medir la concentración de dióxido de carbono, en cada uno de los ambientes elegidos tomen una fotografía con la cámara incorporada en la netbook. Estas fotos servirán para ilustrar el relevamiento.*
3. *Por último, para poner a prueba el criterio adoptado en la legislación citada, les proponemos que pregunten a las personas que se encuentran en cada ambiente (nuestros "visitantes del local") en cuál de las siguientes cuatro categorías (Puro; Aceptable; Algo viciado; Muy viciado) clasificarían el aire que se encuentran respirando. Incorporen los resultados a la misma planilla que las medidas de dióxido de carbono.*
4. *A partir de la información recopilada, califiquen el aire en cada uno de los sitios analizados. Elijan una forma de presentar los resultados (informe escrito, diapositivas, etc.) y realicen los gráficos que consideren necesarios. Establezcan un valor de concentración de dióxido de carbono para el cual recomendarían a la gente retirarse del lugar o abrir las ventanas.*

Descripción de la actividad

Como adelantamos antes, vamos a pedir ahora a los grupos de trabajo que, haciendo uso de los sensores de dióxido de carbono, realicen un relevamiento de la calidad del aire en distintos ambientes (lo más variados posible entre sí) y registren la información para su posterior análisis (1). A su vez, les pedimos que elaboren alguna forma adecuada de presentación de la información (tablas, gráficos, presentación en diapositivas) y sobre estas producciones vamos a analizar los resultados de forma cualitativa.

Tabla para recolección de datos sobre niveles de dióxido de carbono en el aire						
Lugar	Nivel de CO2 (ppm)	Encuesta sobre percepcion de calidad del aire				Observaciones
		Puro	Aceptable	Algo viciado	Muy viciado	

Figura 1. Ejemplo de la tabla para la recolección de la información.

Para este primer análisis proponemos las siguientes preguntas guía:

- ¿Son los resultados coherentes con lo que esperaban en función de la cantidad de gente y el tiempo de ocupación de cada ambiente?
- ¿Tuvieron que eliminar alguna medida porque pensaron que los resultados no serían confiables? Por ejemplo, ¿consideraron que no debería haber otras fuentes de dióxido de carbono más allá de las personas?
- ¿Observan una correlación entre las opiniones de los visitantes de cada ambiente y la medida de dióxido de carbono?

Además de discutir propiamente los resultados encontrados por cada grupo, es muy importante en esta instancia trabajar sobre la forma que hayan elegido para presentarlos, analizando ventajas y desventajas. Esto nos permite detenernos en un aspecto importante del quehacer científico, como es el de la comunicación.



A pesar de que lo hemos trabajado explícitamente en la Actividad 2, es probable que alguno de los grupos de estudiantes no incluya en sus resultados el criterio utilizado para convertir la medida de dióxido de carbono en una calificación. En tal caso debemos remarcar que, sin esta información, es muy difícil poder estar de acuerdo o no con los resultados a los que se llega.

En esta actividad hemos aplicado el método de estimación de la calidad del aire utilizando las netbooks con los sensores acoplados como una herramienta para tomar medidas “a campo”. El recorrido de este camino obliga a integrar las mediciones experimentales con información subjetiva, y terminar finalmente proponiendo una conclusión “de expertos”. Esperamos que de esta forma lo discutido en la Actividad 2 se torne realmente significativo.

La diversidad de tareas que se piden, además, seguramente llevará a los grupos de estudiantes a un verdadero trabajo en equipo, distribuyendo los roles (medidas, registro de los datos, registro fotográfico, encuesta de los visitantes de los lugares relevados).

La elaboración de un informe para toda la clase, como ya mencionamos, implica una serie de decisiones que serán puestas luego a consideración de toda la clase en la puesta en común.

Estrategias TIC utilizadas

Netbooks para registrar los datos y tomar fotografías.

Para profundizar el tema

Se trata de una secuencia que podemos implementar en distintos momentos de la currícula, dado que los contenidos que trabaja son parte de las orientaciones generales de los NAP para Ciencias Naturales. Podrían plantearse distintas alternativas: si se ha trabajado con la concentración de dióxido de carbono de manera intuitiva, como un número abstracto, en clases siguientes podría profundizarse en este concepto.

Si se plantea el vínculo con la respiración, más desde la biología que desde la química, podría explorarse el significado de otras correlaciones como por ejemplo la asociación de distintos parámetros medidos mediante la técnica de espirometría con algunas patologías respiratorias.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia.*

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

El objetivo central de esta secuencia didáctica estaba referido a que los estudiantes analicen el rol de las mediciones en la elaboración de índices o parámetros ambientales. Para evaluar si este trabajo ha sido satisfactorio, podemos pensar en situaciones similares a la que planteamos. Un ejemplo podría ser referido al horario en que está “permitido” tomar sol en verano.

Una posible consigna podría ser:

A partir de medidas de la radiación solar a lo largo del día, un grupo de expertos recomienda, al comenzar el verano, no tomar sol entre las 12 y las 15 horas como una forma de prevenir el cáncer de piel.

Elaboren una lista de la información que piensan que los expertos habrán tenido en cuenta para llegar a su recomendación.

Den algún motivo, además de la situación geográfica, por el que, si esa recomendación proviniera de Brasil, no sería directamente aplicable a la Argentina (para contestar esto pueden tener en cuenta las fuentes de información que hayan incluido en la lista del punto anterior).

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Comenzamos a medir la concentración de dióxido de carbono

1. *Organícense en grupos de tres a cinco integrantes. Utilizando el sensor de dióxido de carbono, realicen una medición de la concentración de este gas en el aire ambiente del interior del aula. Tomaremos esta medida como referencia del aire inspirado. (La medida de dióxido de carbono en ambientes exteriores debería ser de entre 300 y 500 ppm; de ser necesario calibrar el sensor, tener en cuenta estos valores aproximados de referencia).*
2. *Luego midan la concentración de dióxido de carbono en el aire espirado por alguno de ustedes, espirando sobre el sensor directamente.*
3. *Repitan la operación para otros integrantes del grupo y registren los datos.*

Actividad 2: El aire que respiramos en ambientes cerrados

1. *Lean atentamente el siguiente texto que ha sido extraído de bibliografía sobre higiene y seguridad en el trabajo.*

El dióxido de carbono como indicador de olor

La emisión de dióxido de carbono en la respiración humana está ligada a la de otros productos procedentes del metabolismo (agua, aerosoles biológicos, partículas, alcoholes, aldehídos, etc.) llamados bioefluentes, que son responsables de la carga de olor por ocupación humana de un local. Por ello, el nivel de concentración de dióxido de carbono en un ambiente interior puede tomarse, si no hay otras fuentes contaminantes, como indicador de la carga de olor existente debida a sus ocupantes.

Para establecer valores de referencia, se han realizado estudios con personas a distintas tasas de ventilación, y aunque existen datos que sugieren que a 600 ppm los individuos más sensibles ya manifiestan quejas y molestias, en la práctica se acepta que no debe superarse una concentración de 1.000 ppm de dióxido de carbono con el fin de evitar problemas de olor y para que el aire sea considerado aceptable para aproximadamente el 80% de los visitantes del local.

Los ocupantes adaptados, es decir los que llevan un cierto tiempo en el local, pueden no notar molestias, en términos de olor corporal, hasta que la concentración de dióxido de carbono supera 2.000 ppm.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el hecho de que no se superen en un local estos niveles de dióxido de carbono, no garantiza la ausencia de compuestos de origen distinto a los ocupantes (materiales, productos de consumo, actividades, etc.) que puedan ser molestos o nocivos para la salud.

2. *En base al texto, contesten de forma breve las preguntas:*
   a. *El dióxido de carbono, ¿tiene olor por sí mismo?*
   b. *¿Porqué se utiliza el dióxido de carbono como indicador de la medida en que un ambiente es saludable?*
   c. *¿Para qué se ha utilizado la opinión de las personas que se mencionan como “visitantes del local”?*
   d. *¿Les parecería adecuado que tomáramos el aire como viciado cuando al menos un visitante del local así lo calificara? ¿Y si en lugar del 80% de los visitantes tomáramos la mitad más uno?*

Actividad 3: Trabajo de campo. Midiendo la contaminación

1. *Realicen mediciones de la concentración de dióxido de carbono en el aire en ambientes lo más variados posibles en cuanto a su ocupación (consideren el número de ocupantes y tiempo de residencia en el lugar). Registren los resultados en un archivo de planilla de cálculo (Excel o Geogebra, por ejemplo).*
2. *Además de medir la concentración de dióxido de carbono, en cada uno de los ambientes elegidos tomen una fotografía con la cámara incorporada en la netbook. Estas fotos servirán para ilustrar el relevamiento.*
3. *Por último, para poner a prueba el criterio adoptado en la legislación citada, les proponemos que pregunten a las personas que se encuentran en cada ambiente (nuestros "visitantes del local") en cuál de las siguientes cuatro categorías (Puro; Aceptable; Algo viciado; Muy viciado) clasificarían el aire que se encuentran respirando. Incorporen los resultados a la misma planilla que las medidas de dióxido de carbono.*
4. *A partir de la información recopilada, califiquen el aire en cada uno de los sitios analizados. Elijan una forma de presentar los resultados (informe escrito, diapositivas, etc.) y realicen los gráficos que consideren necesarios. Establezcan un valor de concentración de dióxido de carbono para el cual recomendarían a la gente retirarse del lugar o abrir las ventanas.*

Secuencia didáctica N.º 9 “El capricho de la Duquesa”

SINOPSIS

En esta secuencia se propone trabajar sobre el concepto de reacción química a partir del estudio de la producción de un pigmento.
Como base para la producción de pinturas, los pigmentos de distintos orígenes forman parte de la vida cotidiana y nos permiten una vinculación que esperamos resulte motivadora para embarcarse en la clase.

Tras una breve descripción histórica del desarrollo de los pigmentos o colorantes, se plantea una narrativa como disparadora de la clase, basada en la figura de William Perkin, pionero en la síntesis química de colorantes. Se trabaja luego con una serie de vídeos, en los que se muestran distintos aspectos del proceso de oxidación de un metal a la llama.

A partir de los mismos, se espera que los estudiantes reconozcan algunas importantes características de una reacción química: en primer lugar, la formación de nuevas sustancias, con propiedades que pueden ser muy distintas de las originales; y en segundo lugar, el hecho de que cuando las sustancias se combinan lo hacen en proporciones definidas, por lo que puede resultar que una de ellas se encuentre en exceso con respecto a la otra.

Los estudiantes reciben luego una tabla en la que, a partir de un experimento similar al que han visto en la serie de vídeos, se registró la masa de producto obtenido en función de la masa de los reactivos (metal y oxígeno) que se han hecho reaccionar. Se pide que construyan gráficos para visualizar los resultados de los distintos experimentos. Luego de un análisis de los mismos, esperamos que lleguen a establecer que existe una relación (en masa) en que las sustancias magnesio y oxígeno se combinan adecuadamente para dar el pigmento, y la determinen numéricamente.

Como cierre de la secuencia, se trabaja en una actividad cuyo objetivo es interpretar estos resultados en términos de la hipótesis atómica (tal como lo hizo originalmente Dalton), centrando la atención en la masa atómica relativa.

OBJETIVOS

Esta secuencia didáctica creará las condiciones necesarias para que los/las estudiantes logren:

- Identificar los cambios macroscópicos que caracterizan las reacciones químicas, en particular la formación de óxidos metálicos a partir de metales.
- Relacionar el hecho de que en las reacciones químicas las sustancias intervinientes se combinan en cantidades relativas definidas con la teoría corpuscular de la materia.
- Utilizar las netbooks para la construcción y el análisis de gráficos a partir de resultados experimentales.
- Extraer información cualitativa a partir del registro en vídeo de experiencias de laboratorio.

CONTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS NAP

Reacciones químicas. Propiedades de los materiales. Ley de proporciones definidas. Estos contenidos forman parte de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para Ciencias Naturales vigentes, dentro del apartado *En relación con los materiales y sus cambios:*

- La utilización de la teoría atómico-molecular para explicar la ley de conservación de la masa y los cambios químicos entendidos como un reordenamiento de partículas, comenzando a hacer uso del lenguaje simbólico para representarlos mediante ecuaciones.
- La utilización del conocimiento de propiedades de los materialespara la identificación de los métodos químicos utilizados en la elaboración de otros materiales, por ejemplo, en procesos industriales y/o artesanales.

CÓMO AYUDA ESTA SECUENCIA A RESOLVER DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DEL TEMA

Existen abundantes estudios referidos a las dificultades que implica el aprendizaje de los conceptos de transformación química y de conservación de la materia. En una revisión (Pozo Municio y Gómez Crespo, 1998) se mencionan, desde un punto de vista cualitativo, que los/ las estudiantes:

- Tienen dificultades para diferenciar entre cambio físico y cambio químico.
- Les resulta difícil comprender la conservación de las propiedades de la materia cuando ésta experimenta un cambio.
- Generalmente explican lo que cambia en el sistema, pero no lo que permanece inalterado.

Y desde un punto de vista cuantitativo, se observan:

- Dificultades para comprender y utilizar el concepto de cantidad de sustancia.
- Dificultades para establecer relaciones cuantitativas entre: masas, cantidad de sustancia, número de átomos, etc.
- Dificultades en el cálculo proporcional: estrategia cualitativa, aditiva, de correspondencia, proporcional.

Podríamos agregar el hecho de que a los estudiantes, en general, les resulta complicado establecer vínculos entre contenidos que se estudian por separado (ya sea en términos temporales o disciplinares). Pensamos que este problema se ve favorecido cuando prevalece un enfoque de enseñanza centrado en la resolución de ejercicios, dado que éstos pocas veces resultan de carácter integrador. Es muy común, por ejemplo, encontrarse con estudiantes que pueden resolver exitosamente ejercicios de estequiometría, pero no han deparado en que este procedimiento se funda en la conservación de la materia en las transformaciones químicas. La comprensión de un conjunto de contenidos o de una unidad temática es un logro en sí mismo. Sin embargo, entendemos que el trabajo sobre los puntos de contacto entre conocimientos de una misma disciplina –o aun de distintas disciplinas– permite a los estudiantes formarse una imagen más abarcadora de la ciencia y habilita formas alternativas de plantearse un problema. En lo que refiere a esta secuencia, proponemos trabajar sobre la relación entre la teoría corpuscular de la materia y la ley de proporciones constantes.

CONTENIDOS PREVIOS

Dado que la teoría atómico-molecular forma parte de los contenidos incluidos en los NAP correspondientes al Primer Año de la educación secundaria, asumiremos el conocimiento de la misma por parte de los estudiantes. Esto implica, en cuanto a lo planteado en esta secuencia, la idea de que la materia está constituida por "paquetes". En la Actividad 4 retomaremos estos conocimientos en relación con los contenidos que forman parte de esta secuencia.

COMENTARIOS PREVIOS A LA SECUENCIA

Esta secuencia didáctica está diseñada para ser llevada a cabo por grupos de 2 a 4 estudiantes.

Para iniciar esta secuencia didáctica, sugerimos que el docente haga un pequeño relato que involucre los pigmentos, sus tipos y usos. Puede ser importante señalar que algunos pigmentos se obtienen directamente de la naturaleza y pueden ser de origen mineral (como los óxidos de hierro), vegetal (como el índigo) o animal (como el carmín). Los pigmentos pueden también fabricarse por acción del fuego sobre los materiales o por métodos de síntesis orgánica. Como material de referencia en esta temática pueden utilizar un artículo de divulgación científica como el publicado en la revista *Química Viva* (Joselevich, 2011) o el libro *La Ciencia del Color* (Von Rebeur, 2010).

Una vez introducida la categoría de los colorantes sintéticos, se pasa a un breve relato sobre la historia de William Perkin y su descubrimiento del proceso de síntesis de mauveína a partir de anilina. Perkin será el personaje de la narración (ficticia) con que comienza la Actividad 1 (ver figura 1).

Figura 1. Breve reseña sobre William Perkin.

ACTIVIDAD 1: APROXIMACIÓN A LA INCINERACIÓN DE METALES

Consignas para los estudiantes

Ā Aquí accedés a las actividades completas para los estudiantes.

1. *Lean el siguiente relato:*

Corría el año 1869 y Perkin, a sus treinta y tantos, era un tipo rico y triunfante en la vida, dueño de la primera empresa de colorantes sintéticos

Un buen día, se estaciona en Perkin & Cia. el carruaje de la extravagante Duquesa, venida de España…

La Duquesa, como buena aristócrata que era, venía con un pedido medio caprichoso…



Perkin & Cia.

Mire Perkin, iré al grano, necesito un buen colorante... blanco

-¿Blanco? Pero... acá somos expertos en obtener los mas delicados colores... ¿Justo blanco tiene que ser?

- Mire... la gente de la competencia, que ya se le adelantó con el tema del rojo brillante, no ha puesto tantos peros como usted...estuve con ellos ayer mismo

- Esta bien...esta bien... se lo conseguiré

- Recuerde nuestros tratos anteriores: este blanco tiene que ser único. Distinto a todos los blancos. No me venga con polvo de tiza... o no recibirá mis euros

- No, claro que no. Será un blanco novedoso y exclusivo, ¡un nuevo color blanco!

La Duquesa aprovechó el saludo obligado de Perkin, y cuando éste le fue a besar la mano, le hizo ver de cerca -una vez más– sus uñas rojo BASF.

Después se marchó con sus siete caniches.

Cuando la Duquesa se alejaba, Perkin se quedó pensativo...
¿cómo fue que llegué de querer curar la malaria a *esto*?

En fin -dijo en voz alta-... algún día venderé esta empresa... ¡y puso manos a la obra!

Lo primero que hizo fue tomar algunos materiales que conocía bien, los metales, y los sometió a distintos tratamientos, buscando que se pusieran blancos…

Ahora vamos a trabajar nosotros… viendo qué fue lo que encontró Perkin cuando prendió fuego algunos metales con los que estaba trabajando

2. *Terminado el relato, observen los vídeos "Quemando metales 1"y "Quemando metales 2"prestando la mayor atención posible a todo lo que ocurre, y describan las propiedades de los objetos que ven antes y después de que se les prenda fuego.*

Quemando metales 1

Quemando metales 2

a. *¿Qué cambios notan en el aspecto del material antes y después de quemarlo?*
b. *¿Aumenta o disminuye el peso del material antes y después de la combustión?*
c. *¿A qué creen que se deba ese cambio en el peso?*

Descripción de la actividad

Motivado por su descubrimiento del método para sintetizar mauveína, Perkin montó una fábrica de colorantes. A partir del pedido de la duquesa (aquí comienza la parte ficticia de nuestra historia), que requiere un pigmento blanco, los estudiantes se acercarán al sistema que nuestro personaje propone para obtenerlo: la oxidación de magnesio.

Como primera consigna invitamos a los estudiantes a observar los vídeos incluidos en la Actividad 1. Allí se muestra la calcinación de trozos de lana de acero y de una cinta de magnesio, resaltando las diferencias en las propiedades físicas entre los metales originales y los materiales resultantes(ver figura 2).

Además, en el caso de la lana de acero se muestra el resultado de pesarla antes y después de la incineración. La balanza marca que durante la combustión la masa del sólido ha aumentado, lo que en general resulta anti intuitivo. De esta manera, incorporamos la dimensión cuantitativa al estudio de los cambios químicos.



El estudio cuantitativo de los cambios químicos, inaugurado por Lavoisier, dio origen a una verdadera revolución en la química.

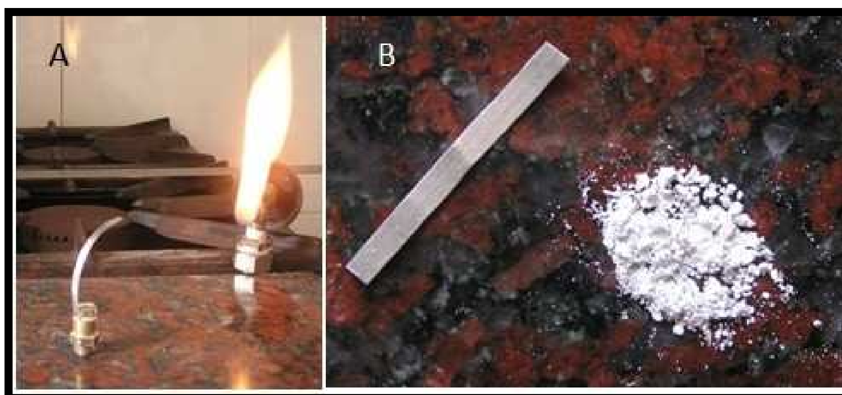


Figura 2. A) Momento previo a la ignición de la cinta de magnesio. B) Aspecto de la cinta antes y después de la incineración.

La finalidad de esta actividad es evidenciar que se está en presencia de procesos en que distintos metales se transforman, resultando las propiedades físicas de las sustancias que aparecen notablemente distintas de las originales. Incluimos el aspecto cuantitativo buscando que los estudiantes deduzcan que existe "algo" que se está incorporando al material metálico durante este proceso, y que ese algo podría provenir del aire. Las transformaciones observadas deben ser descriptas entonces como una combinación de sustancias, y no simplemente como la alteración de una única especie inducida por el calor.

Este es un paso necesario en la secuencia didáctica tal como la hemos planificado: es importante que la idea quede bien establecida porque más adelante, en la Actividad 2, vamos a proponer analizar experiencias en las que la cantidad de aire resulta limitante del proceso.

Una vez que se ha completado esta primera actividad exploratoria, sugerimos que el docente introduzca, si no ha aparecido ya, la idea de que lo que está ocurriendo es una transformación en la que intervienen tanto el metal como el oxígeno del aire. Esta información debe quedar clara para que los estudiantes logren una correcta interpretación de las actividades que siguen.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad inicial buscamos establecer una primera aproximación al concepto de reacción química enfatizando dos aspectos. El primero de ellos consiste en marcar las diferentes propiedades físicas que pueden tener reactivos y productos, apelando a la idea de que los metales se han transformado. Las diferencias entre el magnesio metálico y el óxido de magnesio son particularmente notorias, y esperamos que en este caso el enfoque fenomenológico incida directamente en la idea que los estudiantes se forman de un cambio químico.

El segundo aspecto se basa en la idea de conservación de la masa en un contexto de cambio químico, y lo proponemos como un caso interesante porque lleva a los alumnos a considerar la incorporación de materia a los metales incinerados para poder explicar el aumento en el peso que registra la balanza.



Por eso mismo los vídeos pueden resultar útiles para detectar la "falta de conservación" en algunos/as estudiantes. Sería el caso de aquellos que no vean la necesidad de que ocurra la incorporación de materia, ya sea del aire o del fuego (aduciendo, por ejemplo, que "ahora pesa más porque se ha transformado").

Estrategias TIC utilizadas

- **Vídeos**. Hemos incluido el registro de dos experiencias de calcinación de metales como recurso para la observación de transformaciones químicas. Si se contara con los materiales adecuados, sugerimos que la experiencia se lleve a la práctica. En esa situación, filmar la experiencia con una netbook puede resultar útil, porque permitiría verla una y otra vez, prestando atención a distintos aspectos.
- **Presentación en PowerPoint**. Proponemos esta herramienta como soporte optativo de la clase, de manera de apoyo al docente o para que cada grupo de estudiantes pueda seguirla en una netbook a su propio tiempo.

ACTIVIDAD 2: INCINERANDO METALES EN UN “RECIPIENTE CERRADO”

Consigna para los estudiantes

1. *Lean con atención:*

Perkin, por supuesto, eligió trabajar con el metal que daba el pigmento blanco

Perkin & Cia.

A esta altura habrán notado que gracias a mis conocimientos químicos, tengo el problema de la duquesa CASI resuelto...

Y digo casi, porque habrán notado que buena mayor parte del “pigmento”, ¡sale volando en el humo!

Bueno... entonces... hice lo que haría cualquiera... encendí el metal, lo tapé con un frasco ...

Perkin explica porqué va a introducir un cambio en su método de obtención del pigmento. Decide tapar el metal con un frasco, para evitar que el pigmento se esparza en el aire.

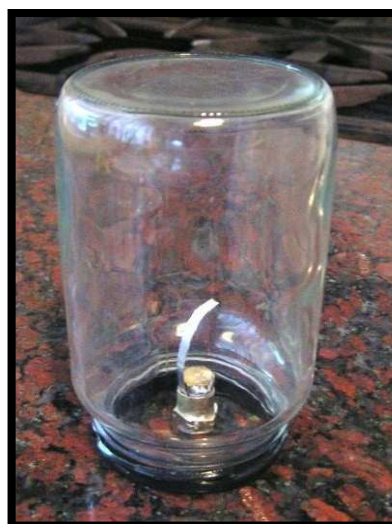
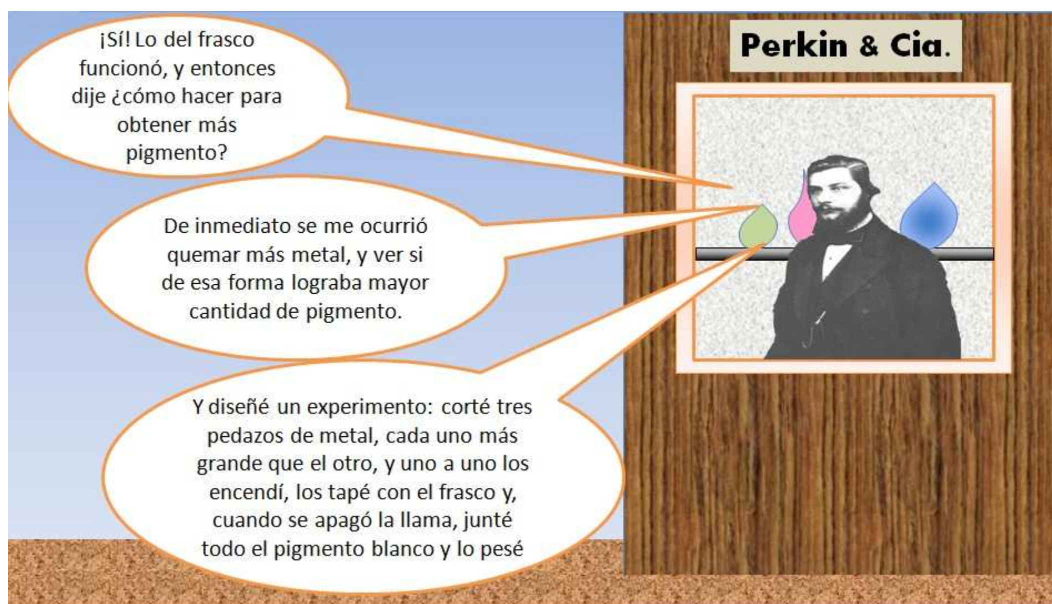


Figura 3. Diseño para evitar que el pigmento se esparza

2. *Observen el [vídeo que emula lo que hizo Perkin]*

Perkin se muestra satisfecho con su método para retener el pigmento, y se propone averiguar cómo podrá hacer para obtener una cantidad mayor de pigmento de una sola vez.



3. *¿Cómo piensan que influye la cantidad de metal en la cantidad de pigmento que se obtiene? Imaginen los distintos resultados que podría haber obtenido Perkin, y escríbanlos en sus cuadernos.*
4. *A partir de cada uno de esos resultados que imaginaron, respondan en cada caso la pregunta de Perkin: ¿al quemar mayor cantidad de metal se obtiene mayor cantidad de pigmento?*
5. *Escriban esas predicciones en sus cuadernos.*
6. *Ahora pueden ver los ensayos de Perkin en los vídeos llamados "Ensayos de Perkin" de la página:*

Ensayo de Perkin 4cm tapado

Ensayo de Perkin 6cm tapado

Ensayo de Perkin 8cm tapado

7. *Presten mucha atención a las cantidades de metal y oxígeno presente, y a la cantidad de pigmento obtenido. ¿Se corresponden estos resultados con alguno de los que ustedes predijeron?*
8. *A continuación dice el personaje: "Después de estos alentadores resultados… entusiasmado, intenté quemar 10 cm de metal en el frasco… y ¡vean lo que ocurrió!".*

9. *Observen el ensayo llamado "Primer ensayo con cinta metálica de 10cm".*

¿Se les ocurre alguna solución para poder quemar los 10 cm de metal?

10. *Perkin cambia el frasco por uno de mayor volumen, y observa lo que pueden ver en el vídeo "Segundo ensayo con cinta metálica de 10cm".*

11. *Viendo estos últimos resultados… ¿qué será más importante para lograr quemar todo el metal: la cantidad de metal, el tamaño del frasco o ambas* cosas?

Descripción de la actividad

El relato continúa y nos enteramos de que Perkin se ha encontrado con que buena parte su pigmento se escapa como un humo blanco. Para resolver este problema decide modificar su técnica, incluyendo un frasco con el que tapa el metal una vez encendido, generando así un sistema cerrado (ver figura 3). Luego de que los estudiantes pueden ver en un vídeo que el metal se quema por completo aun encerrado por el frasco, el personaje plantea que su próxima inquietud es saber si podrá obtener más pigmento utilizando una mayor cantidad del metal.

Para este fin, se propone un diseño experimental en el cual se plantea quemar tres trozos de cinta metálica de longitud creciente, cubrirlas siempre con el frasco de vidrio, y luego analizar el peso de pigmento conseguido en cada caso. Se plantea a los estudiantes que predigan qué tipo de resultados podría obtener Perkin. En este punto ya se sabe que el pedazo más chico de metal (que corresponde a la situación que ya han visto en el último vídeo) se quemará. Las respuestas posibles pueden clasificarse en dos: o bien las condiciones probadas dan una cantidad creciente de pigmento que acompaña el aumento de la cantidad de metal empleado, o bien en algún punto esta cantidad se mantiene aproximadamente constante. Como ustedes saben, lo que determina cuál de las dos posibilidades previstas efectivamente ocurre es cuál es el reactivo limitante en la combustión. El primer caso se dará mientras el metal sea el limitante y el segundo cuando la reacción esté limitada en oxígeno.

En estas primeras tres experiencias se queman distintas cantidades del metal siempre en un mismo frasco de vidrio (tipo mermelada). Es notorio que éste se transforma casi completamente en óxido[5] y se produce por lo tanto una cantidad de pigmento cada vez mayor. En el caso de las experiencias incluidas hasta aquí, entonces, es el magnesio quien limita la reacción, y la serie de vídeos permite a los alumnos identificar esta relación.

[5]Queda, en realidad, una pequeña porción sin quemarse, en todos los ensayos, que corresponde a la porción del metal que, en nuestro diseño, se encuentra dentro del soporte que mantiene la cinta en posición vertical.



La idea no es introducir en este momento toda esta terminología, sino establecer, por ahora de manera cualitativa, que hay una relación entre la cantidad de metal presente y la cantidad de pigmento que puede obtenerse.

Por otro lado, pensamos que es interesante realizar una pequeña discusión sobre el diseño experimental de Perkin. Una pregunta que podría guiar la discusión sobre el control de las variables podría ser: *¿por qué piensan que Perkin usa siempre el mismo frasco?*



Al tapar el metal en combustión con un frasco, el producto de la misma (óxido de magnesio) parece llenarlo por completo y luego se adhiere en parte a las paredes. Este hecho es muy notorio en los vídeos, y puede usarse para reforzar la idea de que ocurre una transformación de un compuesto con determinadas propiedades en otro con propiedades muy distintas. El polvo de óxido de magnesio sale en forma de humo blanco. Sin embargo, en la fotografía de la figura 4 puede verse que cuando recuperamos el material su aspecto es exactamente igual al del residuo que vimos en la figura 2.

A continuación Perkin propone, extrapolando sus resultados, que con 10cm de metal obtendrá una cantidad aún mayor de pigmento, pero cuando lo prueba obtiene la misma masa de pigmento que en la tercera de las experiencias anteriores. Esta cuarta experiencia, por lo tanto, nos permite problematizar la regla que habíamos establecido ("a mayor cantidad de metal, mayor cantidad de pigmento").



Figura 4. Residuo tras la reacción dentro del recipiente, fotografías con dos niveles de zoom.



Volviendo sobre el diseño experimental, este es un claro ejemplo donde se ve que las conclusiones pueden tener un rango de validez fuera del cual no podemos afirmar cómo se comportará el sistema en estudio.

Luego de resumir los resultados de las cuatro experiencias se pregunta: *¿Se les ocurre alguna solución para poder quemar los 10 cm de metal?* Esperamos que, tal vez asociando la situación con la conocida experiencia de "ahogar" una vela encendida, surja la propuesta de quitar el frasco o bien reemplazarlo por uno de mayor volumen.

En el siguiente vídeo se toma la misma cantidad de metal que se utilizó en la cuarta experiencia (10cm) y se lo quema en un frasco de volumen significativamente mayor (tamaño frasco de aceitunas). En estas condiciones, el trozo de magnesio deja un residuo mucho menor que antes y se obtiene una masa de pigmento mayor que todas las anteriores.

La pregunta que cierra esta actividad, y que proponemos discutir en forma común con toda la clase, es *¿qué será más importante para lograr quemar todo el metal: la cantidad de metal, el tamaño del frasco, o ambos?*Ella nos permite remarcar que existe una relación entre las sustancias que están reaccionando, de modo que si pretendemos que reaccionen cantidades cada vez mayores de una de ellas, habrá que aumentar también la cantidad de la otra.

Estrategias TIC utilizadas

- **Vídeo**. El uso de vídeos que proponemos en la Actividad 2 es similar al de la Actividad 1, es decir, como registro de experiencias de laboratorio.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad sienta las bases para el análisis cuantitativo sobre un terreno firme, basado en la observación directa de experiencias. Así, esperamos que luego del análisis de los vídeos, cuando aparezca la idea de "cantidad de sustancia", esta resulte significativa para los estudiantes, y puedan hacer uso de la misma en la Actividad 3.

Por otro lado, la actividad permite a los estudiantes identificar que hay una parte del material que puede no verse afectada en la reacción, porque no participa de ella. Hemos hecho referencia al comienzo a que una de las dificultades encontradas en cuanto a la comprensión de las reacciones químicas tiene que ver justamente con este aspecto: el focalizarse únicamente en lo que cambia, y no en lo que permanece inalterado en el curso de una reacción, dificulta la correcta interpretación de los resultados.

ACTIVIDAD 3: GRAFIQUEMOS LOS RESULTADOS PARA INTERPRETARLOS

Consignas para los estudiantes

Primera parte

Para confirmar sus resultados preliminares (que ya vimos), Perkin hizo dos series de experimentos. Les proponemos ahora trabajar sobre sus resultados. La mitad del curso armará en una planilla de cálculos una tabla como la tabla 1, que contendrá los datos del "conjunto de experiencias 1" en el cual Perkin trabajó variando la cantidad de magnesio pero manteniendo constante la de oxígeno. La otra mitad del curso trabajará con los datos asignados en la tabla 2, que corresponden a otro conjunto de experiencias en las cuales Perkin varió la cantidad de oxígeno y dejó fija la cantidad de magnesio.

1. *Teniendo en cuenta el principio de conservación de la masa, calculen la masa total del sistema luego de cada uno de los experimentos, y agreguen esta información a la tabla en la columna correspondiente.*

Otra forma de presentar esta misma información es gráficamente.

2. *Elaboren gráficos en los que podamos ver en el eje "y" la masa total del sistema, y en el eje "x" la masa de magnesio (tabla 1) u oxígeno (tabla 2). Copien y peguen estos gráficos en un archivo de presentación o texto.*

Experiencia	Masa de Oxígeno (g)	Masa de Magnesio (g)	Masa total del sistema (g)
1	4,00	1,00	
2	4,00	2,00	
3	4,00	3,00	
4	4,00	4,00	
5	4,00	5,00	
6	4,00	6,00	
7	4,00	7,00	
8	4,00	8,00	
9	4,00	9,00	
10	4,00	10,00	
11	4,00	11,00	
12	4,00	12,00	

Tabla 2 . Datos correspondientes al primer conjunto de experiencias (cantidad de oxígeno constante).

Experiencia	Masa de Oxígeno (g)	Masa de Magnesio (g)	Masa total del sistema (g)
13	1,00	15,00	
14	2,00	15,00	
15	3,00	15,00	
16	4,00	15,00	
17	5,00	15,00	
18	6,00	15,00	
19	7,00	15,00	
20	8,00	15,00	
21	9,00	15,00	
22	10,00	15,00	
23	11,00	15,00	
24	12,00	15,00	
25	13,00	15,00	
26	14,00	15,00	
27	15,00	15,00	
28	16,00	15,00	

Tabla 3. Datos correspondientes al segundo conjunto de experiencias (cantidad de magnesio constante).

3. *Ahora vamos a incluir en esos mismos gráficos una nueva serie, en la que podamos ver al mismo tiempo cuál fue la masa de pigmento formado en cada experiencia :*

Tabla 3

Experiencia	**Masa de pigmento (g)**
1	1,66
2	3,3
3	4,98
4	6,63
5	8,29
6	10,03
7	10,07
8	10,06
9	10,07
10	10,08
11	10,08
12	10,07

Tabla 4

Experiencia	**Masa de pigmento (g)**
1	2,52
2	5,04
3	7,56
4	10,1
5	12,6
6	15,1
7	17,62
8	20,15
9	22,67
10	24,88
11	24,86
12	24,89
13	24,88
14	24,87
15	24,88
16	24,86

Figura 5. Masas de pigmento obtenidas en cada experiencia relacionada con el primer (tabla 4) y el segundo (tabla 5) conjunto de experiencias.

4. *Observen cómo cambia la masa de pigmento que se obtiene cuando va aumentando la masa de una de las sustancias a partir de las cuales se fabrica. ¿Observan algo particular? ¿Cambia siempre de la misma manera?*
5. *Respondan en sus cuadernos:*
    a. *¿Qué observan a partir de la experiencia 6 (de la tabla 3) y la experiencia 10 (de la tabla 4)?*
    b. *¿Qué interpretación le podemos dar al hecho de que a partir de un cierto valor la masa de productos obtenida deje de cambiar?*
    c. *¿Podría la curva correspondiente a la masa de pigmento cruzar por encima a la de la que graficaron al principio? ¿Qué representa la diferencia de masas entre ambas curvas en cada punto?*
    d. *Y para terminar: ¿qué masas de magnesio y oxígeno les parece que debe utilizar Perkin para obtener la mayor masa de pigmento mineral posible, sin desperdiciar ninguna de las dos materias primas?*

Segunda parte

1. *Comparen los resultados que obtuvieron ambos grupos relacionados a las masas de magnesio y oxígeno que debe utilizar Perkin para obtener la mayor masa de pigmento mineral posible sin desperdiciar ninguna de las dos materias primas. ¿Resultaron los mismos números para ambos grupos?*
2. *¿Cometió alguno de los grupos un error? Expliquen por qué llegaron a resultados tan distintos. ¿Pueden ver alguna relación entre los resultados?*
3. *Respondan en sus cuadernos. Si tomara 6g de oxígeno, ¿cuál sería la masa óptima de cadmio que tendría que utilizar? ¿Y si tomara 20g?*
4. *Entonces… si ustedes supieran que existe una "relación óptima" de masas de los reactivos que se combinan para formar el pigmento mineral, ¿cuál sería en el caso de esta combinación entre magnesio y el oxígeno?*

Descripción de la actividad

Para esta actividad presentamos información proveniente de dos conjuntos de experiencias que los estudiantes organizarán en forma de tabla con alguna planilla de cálculos.

La mitad de la clase, a su vez dividida en pequeños grupos o en parejas de estudiantes, trabaja sobre un conjunto de experiencias, en la que la cantidad de oxígeno se ha dejado fija y se ha variado la cantidad de metal (tabla 1). La otra mitad trabaja sobre una segunda serie de datos, correspondientes a experiencias en que, para una cantidad fija de magnesio, se ha variado la cantidad de oxígeno con la que reacciona (tabla 2).

En las tablas se consignan en un primer momento pares de datos para la masa de magnesio y oxígeno que se hicieron reaccionar en una cámara cerrada. Se pide a cada grupo de estudiantes que calculen cuál es la masa total del sistema en cada experiencia, y que construyan un primer gráfico en el que relacionen esa masa con la cantidad del reactivo agregado.



En el momento de presentar la información en forma gráfica, sugerimos destacar algunas características del tipo de gráfico elegido. Puede ser útil recordarle a los estudiantes qué entendemos por variable independiente (la que podemos modificar, que en este caso será la cantidad de reactivo que vamos variando) y variable dependiente (que depende de la anterior a través del experimento que se está haciendo). El trazo de la gráfica nos indica "cómo cambia" la variable dependiente al cambiar los valores de la variable independiente.

Pueden notar que la masa de pigmento formada, que debería ser constante, en realidad muestra pequeñas variaciones. Estos pequeños cambios se deben a que toda medición tiene una incertidumbre asociada, un error experimental. En el caso de nuestra serie de experiencias, además, contribuiría al error final el procedimiento de recolectar el pigmento y separarlo de los reactivos remanentes.

Asimismo sugerimos cuestionar la validez de trazar una línea continua entre los puntos para los cuales contamos con datos experimentales, haciendo notar que ese trazo contiene en realidad valores para experiencias que no se han realizado.

La finalidad de construir este primer gráfico es que los estudiantes se familiaricen tanto con el uso de la planilla de cálculo como con la presentación de los resultados obtenidos. Es importante destacar que un aumento permanente de la masa se ve en el gráfico como una línea recta siempre ascendente (cada gramo agregado de reactivo representa un gramo agregado al sistema, ver figura 4).

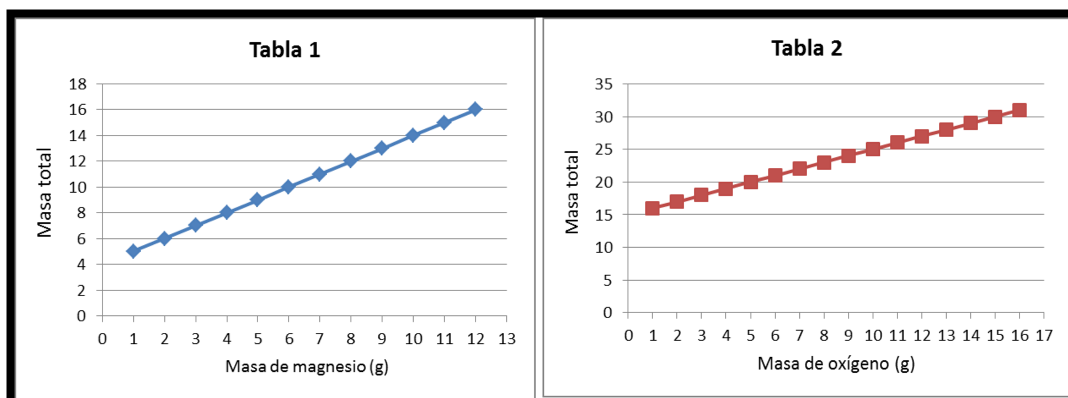


Figura 6. Ejemplos de los gráficos esperados para ambas series de datos, al graficar la masa total del sistema en función de la cantidad de magnesio (tabla 1) u oxígeno (tabla 2) presente.



La confección y análisis de este gráfico prepara a los estudiantes para detectar como "anómalo" el resultado de los gráficos que harán a continuación, en los que un agregado de reactivo en exceso no se traducirá en nuevos aumentos en la masa de pigmento obtenida.



Se presenta luego la masa de pigmento obtenida en cada reacción. Los gráficos de la cantidad de pigmento obtenida en función de la masa del reactivo que ha variado permiten ver que llega un punto en que agregados mayores del reactivo no se traducen en un mayor rendimiento en el pigmento (ver figura 5).

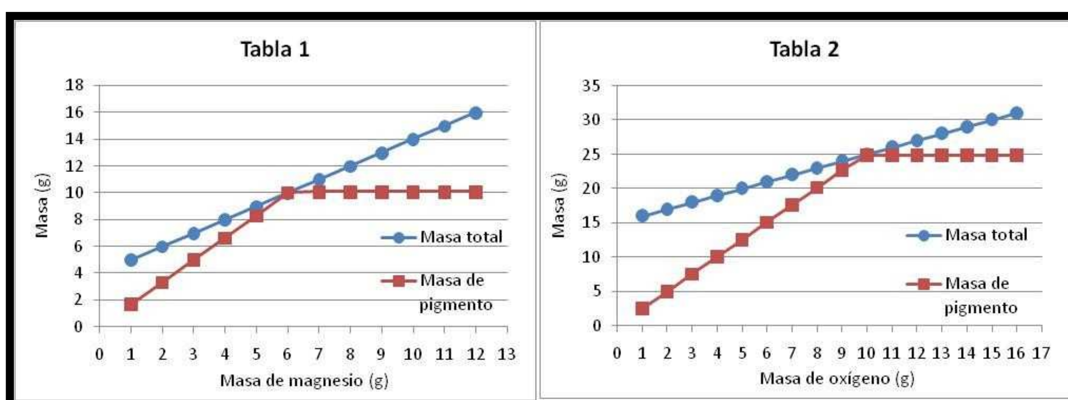


Figura 10. Ejemplos de los gráficos esperados para ambas series de datos, al graficar la masa total del sistema y la masa de pigmento formada en función de la cantidad de magnesio (tabla 1) u oxígeno (tabla 2) presente.

A partir de estos gráficos esperamos que cada grupo de estudiantes establezca cuál es la cantidad máxima de reactivo que "vale la pena agregar". Sugerimos revisar las respuestas en una puesta en común a cargo del docente. La conclusión a la que deberíamos estar en condiciones de llegar es que lo importante para predecir cuánto de uno u otro reactivo quedará sin reaccionar es analizar su cantidad en relación con la cantidad del otro reactivo.



Si fuese necesario, en este punto se puede volver sobre la serie de vídeos correspondientes a la calcinación de magnesio. En la serie de experiencias se verifica que el frasco chico permite que se queme una cantidad limitada de magnesio, pero podemos lograr la transformación de una cantidad mayor de magnesio usando un frasco más grande.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Al transitar esta actividad los estudiantes pondrán en juego la idea de proporción, inicialmente como un cociente fijo para el caso particular que les hubiera tocado, y finalmente como una cantidad relativa luego de la puesta en común. Si bien se ha encontrado que las dificultades que plantea el pensamiento proporcional son difíciles de superar, esperamos que el trabajo sobre este ejemplo contribuya a consolidar esta capacidad.

Estrategias TIC utilizadas

- Planilla de cálculo (Excel, GeoGebra, LibreOffice, etc.). En esta actividad usamos planillas de cálculo, en un primer momento, para procesar los datos experimentales que hemos presentado en forma de tabla, realizando cálculos sencillos entre los valores.
- Luego esta misma información es presentada en forma de gráficos, de los cuales se extraen conclusiones sobre el comportamiento del sistema experimental.

ACTIVIDAD 4: RELACIÓN DE NUESTROS RESULTADOS CON LA TEORÍA ATÓMICA DE DALTON

Consignas para los estudiantes

En la búsqueda de pigmentos de distintos colores, se ha confeccionado la siguiente tabla con datos obtenidos en experiencias similares a las que vimos en esta clase.

Pigmento mineral	Metal	Masa de Oxígeno	Masa de metal
Marrón de cadmio	**Cadmio**	10 g	70 g de cadmio
Blanco de zinc	**Zinc**	10 g	41 g de zinc
Negro de cobre	**Cobre**	10 g	40 g de cobre
Azul de cobalto	**Cobalto**	10 g	37 g de cobalto

Tabla 6. Masas óptimas de distintos metales que reaccionan con oxígeno.

En la tabla anterior, se muestran las relaciones óptimas de masas de metal y oxígeno que se encuentran cuando se quiere formar un pigmento con ellos dos.

Ustedes conocen una teoría, que han aprendido en años anteriores, que propone un modelo de "cómo es" la materia a nivel microscópico. Es la teoría que dice que la materia está formada por pequeñas partículas llamadas átomos.

1. *Usando la información de la tabla, y sabiendo que en estos pigmentos los elementos metálicos y el oxígeno se combinan en una relación 1 a 1, ¿podrían ordenar los átomos metálicos, poniendo primero aquellos cuyos átomos son más pesados y al final los que tienen átomos más livianos?*
2. *Con estos mismos datos, ¿pueden decir si hay alguno de ellos cuya masa sea mayor a la del oxígeno?*

Descripción de la actividad

En esta actividad el foco está puesto en que los estudiantes encuentren la relación entre la ley de proporciones definidas (o ley de Proust, de 1799) y la teoría corpuscular propuesta por Dalton algunos años después (en 1809). A partir de los datos presentados, y con la información (o hipótesis en el caso de Dalton) de que todos estos metales se combinan en la relación uno a uno con el oxígeno, se puede inferir que las partículas de cada uno de los metales debe tener diferente masa.

Es interesante notar que la hipótesis de Dalton fue justamente una hipótesis o idea, y no una generalización a partir de datos empíricos. Con su idea en mano, Dalton contó con una nueva forma de preguntarse sobre las reacciones químicas, y entonces tomó un cúmulo de experimentos, incluso muchos de ellos realizados por otros químicos antes que él, para sustentarla. Incluso en algunos casos estos colegas (como Proust, Gay-Lussac, Avogadro, o Berzelius) no estuvieron de acuerdo de inmediato con sus reinterpretaciones, lo que dio

lugar a una serie de debates. Este recorrido puede encontrarse, por ejemplo, en el libro *Había una vez el átomo*, de Gabriel Gellon.



Probablemente, los estudiantes no tengan presente la teoría atómica propuesta inicialmente por Dalton. En ese caso, dado que se trata de contenidos previos a esta clase, proponemos repasar brevemente sus postulados:

- La materia es discontinua; está formada por partículas indivisibles llamadas átomos.
- Los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí y diferentes a los átomos de otro elemento.
- Los átomos se combinan entre sí dando lugar a "átomos compuestos", que forman todas las sustancias conocidas. Cuando esto ocurre, cada átomo de un tipo se combina con un número entero y pequeño de átomos del otro tipo.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Proponemos en esta actividad de cierre de la secuencia el planteo de un punto de contacto entre dos tópicos de química que no siempre se relacionan entre sí explícitamente: las reacciones químicas y la concepción discreta de la materia.

Para esto hemos aprovechado un rico ejemplo tomado de la historia de la ciencia. La hipótesis atómica de Dalton resultó en una explicación coherente de una serie de resultados que se conocían con anterioridad, y permitió a la vez elaborar nuevas hipótesis que fueron poniéndose a prueba en los años siguientes.

Para profundizar el tema

Una vez aceptada la hipótesis atómica, comenzaron a establecerse los pesos atómicos de cada uno de los elementos (en relación de unos a otros). El trabajo de distintos químicos de manera independiente arrojaba resultados a veces contradictorios, y durante la primera mitad del siglo XIX la confusión sobre el peso que debía asignarse a cada elemento persistió. Luego de un congreso en que varios de químicos de aquel entonces coincidieron para discutir el tema (fue en Alemania, en 1860) se llegó a una visión más común del asunto, y se establecieron masas atómicas relativas al átomo de hidrógeno.

Surgió entonces la posibilidad de ordenar los elementos según su masa atómica relativa y su reactividad química. La tabla periódica de Mendeleiev se basa justamente en la regularidad con que estas propiedades químicas aparecen. Por ejemplo, que además del magnesio, también el calcio y el bario reaccionan con el oxígeno en la proporción atómica 1:1, lo cual de alguna manera los emparenta. La tabla periódica propuesta originalmente se basaba tanto en estas regularidades químicas como en el grado de reactividad de los elementos, y también en las propiedades físicas que presentaban (Candás y col., 2000). Si pensamos que establecer puntos de contacto entre distintos tópicos de química puede resultar interesante para la enseñanza, el aporte del estudio de las reacciones químicas a la construcción de la tabla periódica es un ejemplo que vale la pena trabajar.



Es un dato interesante que Mendeleiev no era un investigador sino un docente de química, que tuvo la idea de sistematizar la información acumulada en el campo de la química inorgánica, para ayudar a sus estudiantes a comprenderla.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Una propuesta de evaluación vinculada con las actividades realizadas en esta secuencia podría ser pedir a los estudiantes que, esta vez de manera individual, recorran el camino inverso al que hemos transitado.

Iniciamos esta secuencia partiendo de la observación del fenómeno, yendo al análisis de tablas, y luego construyendo gráficos. Podríamos plantear entonces alguna otra reacción similar a la usada en la secuencia y preguntar cuál hubiera sido el aspecto del sistema (es decir, qué reactivo sobraría y en qué proporciones) dada una determinada tabla o un gráfico.

β Aquí accedés a la bibliografía de esta secuencia.

CARPETA DE ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Actividad 1: Aproximación a la incineración de metales

1. *Lean el siguiente relato:*

Corría el año 1869 y Perkin, a sus treinta y tantos, era un tipo rico y triunfante en la vida, dueño de la primera empresa de colorantes sintéticos

Un buen día, se estaciona en Perkin & Cia. el carruaje de la extravagante Duquesa, venida de España…

La Duquesa, como buena aristócrata que era, venía con un pedido medio caprichoso…



Perkin & Cia.

Mire Perkin, iré al grano, necesito un buen colorante… blanco

-¿Blanco? Pero... acá somos expertos en obtener los mas delicados colores... ¿Justo blanco tiene que ser?

- Mire... la gente de la competencia, que ya se le adelantó con el tema del rojo brillante, no ha puesto tantos peros como usted...estuve con ellos ayer mismo

- Esta bien...esta bien... se lo conseguiré

- Recuerde nuestros tratos anteriores: este blanco tiene que ser único. Distinto a todos los blancos. No me venga con polvo de tiza... o no recibirá mis euros

- No, claro que no. Será un blanco novedoso y exclusivo, ¡un nuevo color blanco!

La Duquesa aprovechó el saludo obligado de Perkin, y cuando éste le fue a besar la mano, le hizo ver de cerca -una vez más– sus uñas rojo BASF.

Después se marchó con sus siete caniches.

Cuando la Duquesa se alejaba, Perkin se quedó pensativo...
¿cómo fue que llegué de querer curar la malaria a *esto*?

En fin -dijo en voz alta-... algún día venderé esta empresa... ¡y puso manos a la obra!

Lo primero que hizo fue tomar algunos materiales que conocía bien, los metales, y los sometió a distintos tratamientos, buscando que se pusieran blancos…

Ahora vamos a trabajar nosotros… viendo qué fue lo que encontró Perkin cuando prendió fuego algunos metales con los que estaba trabajando

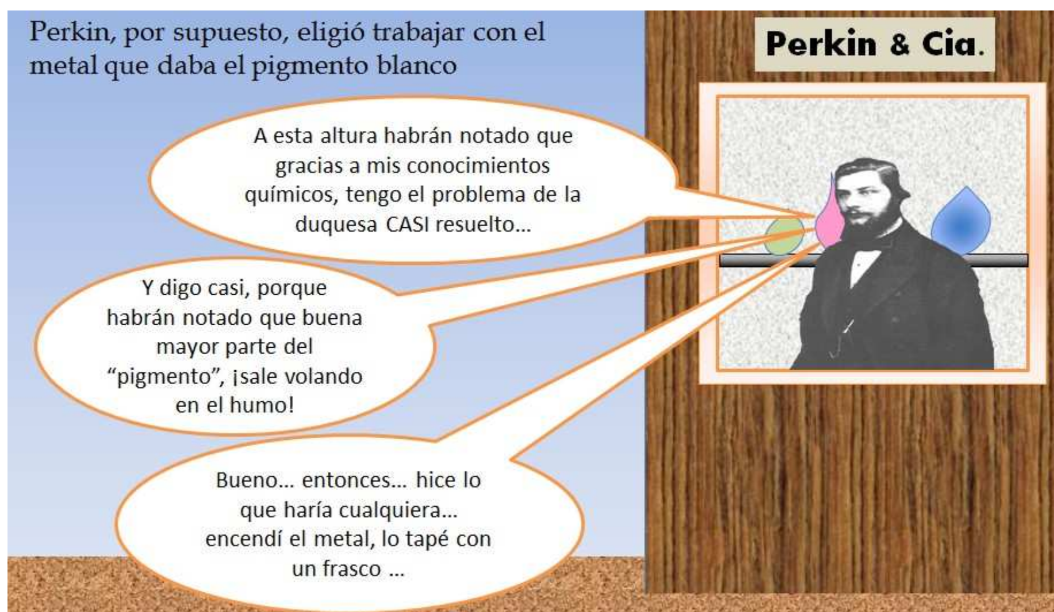
2. *Terminado el relato, observen los vídeos "Quemando metales 1" y "Quemando metales 2" prestando la mayor atención posible a todo lo que ocurre, y describan las propiedades de los objetos que ven antes y después de que se les prenda fuego.*

   Quemando metales 1

   Quemando metales 2

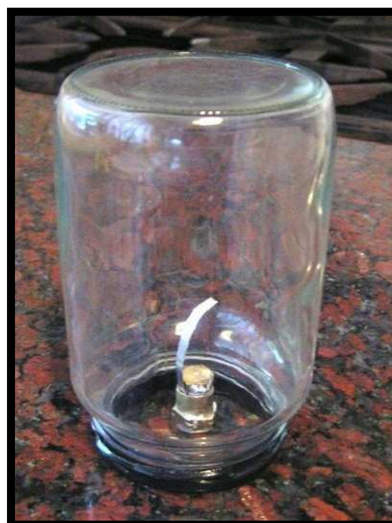
   a. *¿Qué cambios notan en el aspecto del material antes y después de quemarlo?*
   b. *¿Aumenta o disminuye el peso del material antes y después de la combustión?*
   c. *¿A qué creen que se deba ese cambio en el peso?*

Actividad 2: Incinerando metales en un "recipiente cerrado"



1. *Lean con atención:*

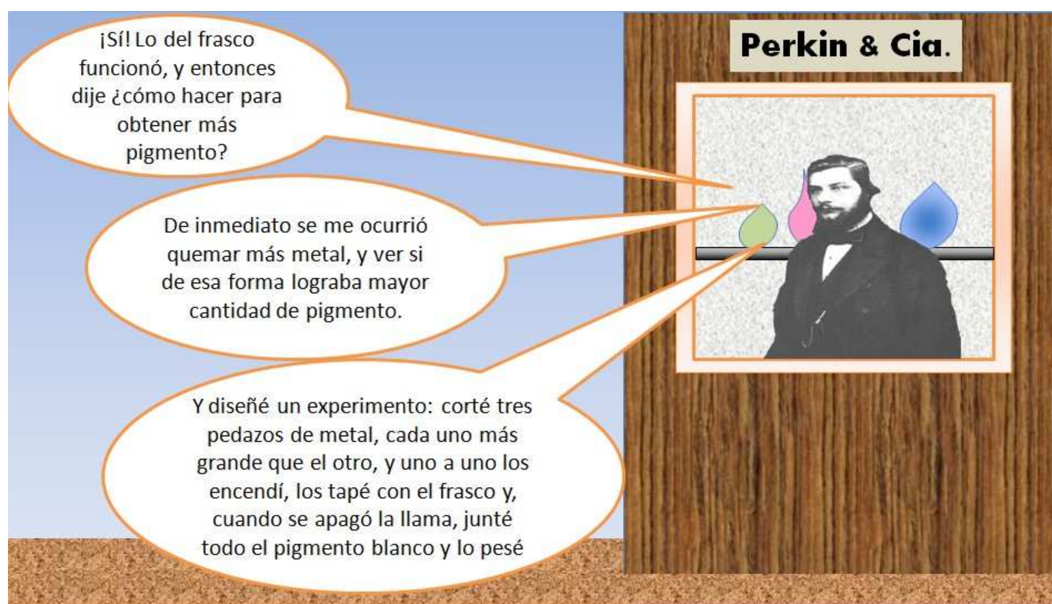
Perkin explica porqué va a introducir un cambio en su método de obtención del pigmento. Decide tapar el metal con un frasco, para evitar que el pigmento se esparza en el aire.



Diseño para evitar que el pigmento se esparza

2. *Observen el [vídeo que emula lo que hizo Perkin]*

Perkin se muestra satisfecho con su método para retener el pigmento, y se propone averiguar cómo podrá hacer para obtener una cantidad mayor de pigmento de una sola vez.



3. *¿Cómo piensan que influye la cantidad de metal en la cantidad de pigmento que se obtiene? Imaginen los distintos resultados que podría haber obtenido Perkin, y escríbanlos en sus cuadernos.*
4. *A partir de cada uno de esos resultados que imaginaron, respondan en cada caso la pregunta de Perkin: ¿al quemar mayor cantidad de metal se obtiene mayor cantidad de pigmento?*
5. *Escriban esas predicciones en sus cuadernos.*
6. *Ahora pueden ver los ensayos de Perkin en los vídeos llamados "Ensayos de Perkin" de la página:*

Ensayo de Perkin 4cm tapado

Ensayo de Perkin 6cm tapado

Ensayo de Perkin 8cm tapado

7. *Presten mucha atención a las cantidades de metal y oxígeno presente, y a la cantidad de pigmento obtenido. ¿Se corresponden estos resultados con alguno de los que ustedes predijeron?*
8. *A continuación dice el personaje: "Después de estos alentadores resultados… entusiasmado, intenté quemar 10 cm de metal en el frasco… y ¡vean lo que ocurrió!".*
9. *Observen el ensayo llamado "Primer ensayo con cinta metálica de 10 cm" en la página: ¿Se les ocurre alguna solución para poder quemar los 10 cm de metal?*

10. *Perkin cambia el frasco por uno de mayor volumen, y observa lo que pueden ver en el vídeo "Segundo ensayo con cinta metálica de 10cm".*
11. *Viendo estos últimos resultados… ¿qué será más importante para lograr quemar todo el metal: la cantidad de metal, el tamaño del frasco o ambas* cosas?

Actividad 3: Grafiquemos los resultados para interpretarlos

Primera parte

Para confirmar sus resultados preliminares, Perkin hizo dos series de experimentos. Les proponemos trabajar sobre sus resultados. La mitad del curso armará en una planilla de cálculos una tabla como la 1, que contendrá los datos del "conjunto de experiencias 1" en el cual Perkin trabajó variando la cantidad de magnesio, pero manteniendo constante la de oxígeno. La otra mitad trabajará con los datos asignados en la tabla 2, que corresponden a otro conjunto de experiencias en las cuales Perkin varió la cantidad de oxígeno y dejó fija la cantidad de magnesio.

6. *Teniendo en cuenta el principio de conservación de la masa, calculen la masa total del sistema luego de cada uno de los experimentos, y agreguen esta información a la tabla en la columna correspondiente.*

Otra forma de presentar esta misma información es gráficamente.

7. *Elaboren gráficos en los que podamos ver en el eje "y" la masa total del sistema, y en el eje "x" la masa de magnesio (tabla 1) u oxígeno (tabla 2). Copien y peguen estos gráficos en un archivo de presentación o texto.*

Experiencia	Masa de Oxígeno (g)	Masa de Magnesio (g)	Masa total del sistema (g)
1	4,00	1,00	
2	4,00	2,00	
3	4,00	3,00	
4	4,00	4,00	
5	4,00	5,00	
6	4,00	6,00	
7	4,00	7,00	
8	4,00	8,00	
9	4,00	9,00	
10	4,00	10,00	
11	4,00	11,00	
12	4,00	12,00	

. Datos correspondientes al primer conjunto de experiencias (cantidad de oxígeno constante).

Experiencia	Masa de Oxígeno (g)	Masa de Magnesio (g)	Masa total del sistema (g)
13	1,00	15,00	
14	2,00	15,00	
15	3,00	15,00	
16	4,00	15,00	
17	5,00	15,00	
18	6,00	15,00	
19	7,00	15,00	
20	8,00	15,00	
21	9,00	15,00	
22	10,00	15,00	
23	11,00	15,00	
24	12,00	15,00	
25	13,00	15,00	
26	14,00	15,00	
27	15,00	15,00	
28	16,00	15,00	

Datos correspondientes al segundo conjunto de experiencias (cantidad de magnesio constante).

8. *Ahora vamos a incluir en esos mismos gráficos una nueva serie, en la que podamos ver al mismo tiempo cuál fue la masa de pigmento formado en cada experiencia :*

Tabla 3

Experiencia	**Masa de pigmento (g)**
1	1,66
2	3,3
3	4,98
4	6,63
5	8,29
6	10,03
7	10,07
8	10,06
9	10,07
10	10,08
11	10,08
12	10,07

Tabla 4

Experiencia	**Masa de pigmento (g)**
1	2,52
2	5,04
3	7,56
4	10,1
5	12,6
6	15,1
7	17,62
8	20,15
9	22,67
10	24,88
11	24,86
12	24,89
13	24,88
14	24,87
15	24,88
16	24,86

Masas de pigmento obtenidas en cada experiencia relacionada con el primer (tabla 7) y el segundo (tabla 8) conjunto de experiencias.

9. *Observen cómo cambia la masa de pigmento que se obtiene cuando va aumentando la masa de una de las sustancias a partir de las cuales se fabrica. ¿Observan algo en particular? ¿Cambia siempre de la misma manera?*

10. *Respondan en sus cuadernos:*

    a. *¿Qué observan a partir de la experiencia 6 (de la tabla 3) y la experiencia 10 (de la tabla 4)?*
    b. *¿Qué interpretación le podemos dar al hecho de que a partir de un cierto valor la masa de productos obtenida deje de cambiar?*
    c. *¿Podría la curva correspondiente a la masa de pigmento cruzar por encima a la de la que graficaron al principio? ¿Qué representa la diferencia de masas entre ambas curvas en cada punto?*
    d. *Y para terminar: ¿qué masas de magnesio y oxígeno les parece que debe utilizar Perkin para obtener la mayor masa de pigmento mineral posible, sin desperdiciar ninguna de las dos materias primas?*

Segunda parte

5. *Comparen los resultados que obtuvieron ambos grupos relacionados a las masas de magnesio y oxígeno que debe utilizar Perkin para obtener la mayor masa de pigmento mineral posible sin desperdiciar ninguna de las dos materias primas. ¿Resultaron los mismos números para ambos grupos?*

6. *¿Cometió alguno de los grupos un error? Expliquen porqué llegaron a resultados tan distintos. ¿Pueden ver alguna relación entre los resultados?*

7. *Respondan en sus cuadernos. Si tomara 6 g de oxígeno, ¿cuál sería la masa óptima de cadmio que tendría que utilizar? ¿Y si tomara 20 g?*

8. *Entonces… si ustedes supieran que existe una "relación óptima" de masas de los reactivos que se combinan para formar el pigmento mineral, ¿cuál sería en el caso de esta combinación entre magnesio y el oxígeno?*

Actividad 4: Relación de nuestros resultados con la teoría atómica de Dalton

En la búsqueda de pigmentos de distintos colores, se ha confeccionado la siguiente tabla con datos obtenidos en experiencias similares a las que vimos en esta clase.

Pigmento mineral	Metal	Masa de Oxígeno	Masa de metal
Marrón de cadmio	**Cadmio**	10 g	70 g de cadmio
Blanco de zinc	**Zinc**	10 g	41 g de zinc
Negro de cobre	**Cobre**	10 g	40 g de cobre
Azul de cobalto	**Cobalto**	10 g	37 g de cobalto

Masas óptimas de distintos metales que reaccionan con oxígeno.

En la tabla anterior, se muestran las relaciones óptimas de masas de metal y oxígeno que se encuentran cuando se quiere formar un pigmento con ellos dos.

Ustedes conocen una teoría, que han aprendido en años anteriores, que propone un modelo de "cómo es" la materia a nivel microscópico. Es la teoría que dice que la materia está formada por pequeñas partículas llamadas átomos.

1. *Usando la información de la tabla, y sabiendo que en estos pigmentos los elementos metálicos y el oxígeno se combinan en una relación 1 a 1, ¿podrían ordenar los átomos metálicos, poniendo primero aquellos cuyos átomos son más pesados y al final los que tienen átomos más livianos?*
2. *Con estos mismos datos, ¿pueden decir si hay alguno de ellos cuya masa sea mayor a la del oxígeno?*

Epílogo

Perkin logró obtener el pigmento blanco, y la duquesa cumplió con su pago…

…pero ustedes, como Perkin, se estarán preguntando para qué quería la duquesa su blanco pigmento…

La verdad, nunca se supo a ciencia cierta… pero las malas lenguas dicen que …



Secuencia didáctica N.º 10 “Luz, color… ¡acción!”

SINOPSIS

En esta secuencia didáctica se propone que los estudiantes lleven a cabo un diseño experimental para medir los efectos del color de la luz en el proceso de fotosíntesis.

A partir de esta propuesta, el estudiante pone en juego habilidades de investigación, razonamiento, organización de conceptos y comunicación. A estas habilidades se le suman contenidos procedimentales como las destrezas manipulativas a nivel de laboratorio como forma de materializar las propuestas realizadas.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA

La secuencia ha sido planificada para que los estudiantes construyan de forma gradual un diseño experimental, partiendo del planteo de un problema a resolver y la formulación de preguntas a partir de una situación contextualizada, estableciendo analogías entre el modelo a construir y la realidad, identificando variables, eligiendo controles adecuados y anticipando resultados posibles. En una instancia consecutiva se propone que los estudiantes lleven adelante la labor experimental, analicen los resultados obtenidos y arriben a conclusiones y reflexiones acerca del fenómeno estudiado así como del experimento que diseñaron. Finalmente se propone dar respuesta a las preguntas iniciales y proponer una solución al problema que dio inicio a la secuencia.

El material de trabajo está organizado en siete secciones en los que se trabajará:

- una introducción y preguntas que pondrán en contexto el tema a investigar (20 minutos);
- la definición del problema y la formulación de las preguntas que guiarán la investigación (20 minutos);
- el diseño del experimento definiendo magnitudes a medir, controles, variables (60 minutos);
- la anticipación de los resultados posibles y sus implicancias (20 minutos);
- la realización del experimento y el registro de los datos obtenidos (60 minutos);
- el análisis de los resultados (80 minutos);
- las conclusiones y reflexión sobre los resultados, la comparación de los resultados esperados con los obtenidos, el dar respuesta a las preguntas iniciales, en el grado que los resultados lo permitan, así como el planteo de modificaciones al diseño experimental, o de la realización de experiencias posteriores a partir de los resultados obtenidos (20 minutos).

Para el desarrollo de esta secuencia hemos confeccionado dos conjuntos de documentos: una serie de siete documentos para el estudiante, que constan de las etapas desarrolladas en el párrafo anterior, y este documento como guía para el docente.

Hemos diseñado esta secuencia usando sensores de dióxido de carbono como indicadores del crecimiento de las plantas, pero el docente podría modificarla para medir otras variables (concentración de oxígeno, altura de las plantas, pH, etc.). Del mismo modo, les proponemos elegir cómo armar su menú con las distintas secciones de la secuencia.

En cuanto a la organización, les sugerimos armar grupos de dos a cuatro estudiantes cada uno, para llevar adelante las actividades, y luego hacer postas de discusión y consenso. La propuesta es que el curso llegue a plantear un solo diseño experimental y que cada grupo realice un tratamiento determinado, dejando fijas todas las variables salvo la que se afecte al color de la luz. Asimismo, para la interpretación de los resultados, se propone hacer primero pequeños grupos y luego reunir los resultados de todos los grupos y tratamientos para poder así abordar las conclusiones.

OBJETIVOS

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes ejerciten las competencias de:

- Plantear preguntas investigables a partir de un problema a resolver.
- Diseñar un experimento para evaluar el efecto del color de la luz en el proceso de fotosíntesis. Considerar variables a medir, variables a mantener constantes, controles del experimento a realizar, etc.
- Anticipar resultados posibles y predecir qué indicarían esos distintos resultados.
- Llevar a cabo el experimento.
- Registrar y analizar los datos obtenidos en el experimento.
- Analizar datos organizados en gráficos y tablas para obtener conclusiones sobre el experimento.
- Evaluar la adecuación de su diseño experimental para responder las preguntas planteadas y sugerir posibles modificaciones a este diseño.
- Utilizar sensores digitales para medir la concentración de dióxido de carbono como indicador de la tasa de fotosíntesis.

CÓMO AYUDA ESTA SECUENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS QUE ABORDA

Los estudiantes recurren con frecuencia a metodologías superficiales. Frecuentemente las respuestas a las preguntas que se les formulan tienen lugar en un intervalo de tiempo extremadamente corto, sin dar lugar a una reflexión y razonamientos profundos (Carrascosa y Gil, 1985).

Clásicamente, el trabajo de laboratorio en las clases de ciencias consiste en el seguimiento de una "receta manipulativa". El "seguimiento lineal" de esa técnica impide al estudiante reflexionar con prioridad sobre el tema objeto de análisis, no le permite emitir hipótesis, realizar búsquedas bibliográficas, concebir diseños experimentales alternativos. Todo esto puede generar una visión deformada del conocimiento científico como algo "reproductivo y acabado" (Gil, 1991).

Los estudiantes de ciencias no consiguen analizar críticamente un protocolo de laboratorio, identificando la falta de datos que contiene, hecho que se revela en los resultados a los que arriban así como a las conclusiones que realizan (Leite y Esteves, 2005).

Las preguntas que se plantean los estudiantes en clase guardan escasa relación con la comprobación, la predicción, la gestión o la evaluación (Roca, 2005).

Frente a un problema, los estudiantes suelen proponer soluciones sin controlar variables (Sanmartí y Bargalló, 2012).

CONTENIDOS EN RELACIÓN CON LOS NAP

Según los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina (año 2011), la escuela debe promover en los estudiantes de 2do/3er año:

- La planificación y realización sistemática de exploraciones para indagar algunos de los fenómenos naturales.
- La realización de diseños y actividades experimentales adecuadas a la edad y al contexto.
- La elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas o de la información disponible, dando explicaciones o interpretando un fenómeno a partir de un modelo científico pertinente.
- La reflexión sobre lo producido y las estrategias empleadas.
- El uso adecuado de aparatos de laboratorio y de instrumentos diversos siguiendo una guía de procedimientos o las instrucciones del docente y atendiendo las normas de seguridad.
- El desarrollo de actitudes de curiosidad, exploración y búsqueda sistemática de explicaciones.

CONTENIDOS PREVIOS

Para poder llevar a cabo esta secuencia didáctica, se recomienda que los estudiantes conozcan los procesos de fotosíntesis y respiración celular, ya que esto les permitirá comprender con mayor facilidad las fluctuaciones en la concentración de dióxido de carbono, que medirán con el uso de sensores para tener una idea de la tasa de fotosíntesis. También sería conveniente que los estudiantes estén habituados al uso y construcción de tablas y de gráficos, así como al análisis de éstos últimos ya que son elementos centrales en la obtención y análisis de los resultados que propone esta secuencia didáctica. Sugerimos también que los estudiantes hayan tenido algún acercamiento al diseño de experimentos. No se pretende en esta clase comenzar a trabajar con preguntas investigables, definición de variables, obtención de resultados ni de conclusiones. Esta es una clase en la cual se pretenden profundizar, ejercitar e integrar esos conocimientos. Sin embargo, queda a criterio del docente la adaptación del material si lo desea trabajar sin contar con estos conocimientos previos. Por estas razones y por el nivel de abstracción que puede requerir el diseño experimental, sugerimos esta secuencia didáctica para estudiantes de 3er año o mayores.

SECCIÓN 1: EL PROBLEMA DEL INVERNADERO

Consigna para los estudiantes

Ā Aquí accedés al material completo para los estudiantes.

Lean "El problema del invernadero" y respondan las preguntas sobre el texto.

Descripción de la actividad

Esta primera sección de la secuencia presenta a los estudiantes un relato que define el problema a investigar a lo largo de la secuencia didáctica: la historia de Don Ramón, un productor de albahaca que debe reconstruir su invernadero optando entre distintos colores de papel celofán y problematizando sobre las posibles relaciones entre el color del papel celofán del invernadero y el crecimiento de las plantas del interior.

Posteriormente a la lectura del texto, se presentan preguntas cuya finalidad es guiar a los estudiantes en la comprensión del texto y del problema de estudio.

Utilizando este tipo de situaciones problemáticas experimentables podemos ofrecerles a los estudiantes un relato con la complejidad de la realidad y contextualizado en la vida cotidiana. El problema del invernadero propuesto en esta secuencia tiene dos aspectos a resaltar: por un lado, no existe una "respuesta correcta" a las preguntas que se plantean permitiendo a los estudiantes una verdadera indagación de las respuestas. Por otro lado, un diseño experimental adecuado para responder estas preguntas puede ser sencillo y accesible para ellos.

SECCIÓN 2: ¿QUÉ QUEREMOS SABER?

Consigna para los estudiantes

Abran la sección "¿Qué queremos saber?" y respondan las preguntas.

Descripción de la actividad

En esta sección se les propone a los estudiantes que diseñen un experimento para resolver el problema de Don Ramón. La finalidad de la actividad es que puedan identificar y delimitar el problema a resolver y lo formulen en forma de preguntas que guiarán la investigación.

Se busca que puedan identificar el problema claramente, o sea, si el color de la luz que ingresa al invernadero, determinada por el color del nylon que se utilice, influye o no en el crecimiento de las plantas.

Les proponemos que esta actividad la realicen en grupos y sean ustedes, los docentes, los que acompañen y ayuden a los grupos para la correcta resolución de las consignas. No es requerimiento que todos los grupos redacten de igual manera el problema detectado, pero sí que puedan identificarlo claramente.

Luego deben reformularlo y escribirlo como pregunta. Se busca que planteen preguntas del estilo: *"¿Afecta el color del nylon al crecimiento de las plantas? ¿Tienen el mismo efecto en las plantas la luz blanca que las de colores? ¿Habrá colores que permitan un mayor crecimiento de las plantas que otros?, etc."*



Existe una variedad de problemas y preguntas que los estudiantes pueden plantear en relación con el relato que se les ofrece. Estos problemas y preguntas están todos anidados, y les proponemos que mediante repreguntas puedan guiar a los alumnos hacia la pregunta central. Por ejemplo, si señalan que el problema es que el personaje debe tomar una decisión rápida porque se está agotando el tiempo para la siembra, entonces se le puede preguntar qué debe tener en consideración para tomar esa decisión; o si plantean que la pregunta es *¿cuál es el color de nylon que más conviene?,* entonces se les puede preguntar cómo esperan que el color de nylon afecte al crecimiento de las plantas. El relato está redactado de modo que todas las preguntas converjan en una fundamental: *¿afecta el color de la luz al crecimiento de las plantas?*

En esta instancia se puede discutir con toda la clase por qué es necesario plantear buenas preguntas[6], y poder identificar a la pregunta como parte crucial del experimento: todas las actividades que van a desarrollar los estudiantes en esta secuencia serán para dar respuesta a esas preguntas iniciales.



La ejercitación en la formulación de preguntas es fundamental para acompañar a nuestros estudiantes en la comprensión y la aprehensión de un pensamiento crítico de corte científico.

El desafío que implica plantearse un interrogante que se desea investigar y el enfrentar la búsqueda de su resolución, con todas las etapas que esto supone, tiende a desarrollar la autonomía del estudiante. Pero más allá de ello, lo capacita para enfrentar otras situaciones de la vida diaria sobre las cuales se le plantean dudas y para las que debe buscar la metodología de trabajo que lo conduzca a su resolución.



Los nombres de los documentos que conforman esta secuencia didáctica intentan dar sentido al recorrido cognitivo de los estudiantes, ayudándolos a identificar los pasos realizados desde la comprensión del problema, hasta su resolución.

[6] Para ampliar sobre el planteo de preguntas investigables: Sanmartí Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2012). “Enseñar a plantear preguntas investigables”. *Alambique*: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 18(70), 27-36.

SECCIÓN 3: ¿CÓMO LO VAMOS A SABER?

Consigna para los estudiantes

Lean ¿Cómo lo vamos a saber?, discutan en grupo y respondan las preguntas.

Descripción de la actividad

En esta sección se pide a los estudiantes que piensen cómo harían para medir en el corto plazo un parámetro que indique el crecimiento de las plantas. Se espera que los estudiantes tengan en cuenta el proceso de fotosíntesis y puedan llegar a pensar que se puede medir el consumo de dióxido de carbono o la producción de oxígeno como indicadores indirectos del crecimiento. Para facilitar esta tarea, se ofrece un texto con un relato en donde se aborda la fotosíntesis y la respiración celular a partir de un conjunto de analogías que hablan de la fabricación de alimentos y obtención de energía en animales y vegetales. Posteriormente se le plantean preguntas que guiarán a los estudiantes en la comprensión de cómo puede usarse la concentración de dióxido de carbono en un recipiente cerrado como indicador indirecto del crecimiento de la planta.

A continuación se pide a los estudiantes que anticipen analíticamente qué sucederá con el dióxido de carbono si se lo mide en un recipiente cerrado que contiene una planta, en condiciones de luz o de oscuridad. Luego, utilizando esta información deben construir un gráfico en el que muestren cualitativamente el comportamiento que esperan en cada condición. Se puede dar un pequeño tiempo para la discusión grupal y luego entre toda la clase construir los gráficos.

Se espera que los estudiantes logren realizar gráficos similares a los ilustrados en la figura 1. Pueden ser líneas rectas o más curvas. Lo importante es que en el caso de una planta iluminada puedan anticipar que habrá una disminución del dióxido de carbono a medida que transcurre el tiempo (la planta está fijando el dióxido de carbono y simultáneamente respirando. Como la tasa de fotosíntesis es mayor, vemos una disminución neta de la concentración de dióxido de carbono). En el caso de una planta en oscuridad, deberán poder predecir un aumento en la concentración del dióxido de carbono en el recipiente que contiene la planta (la planta no está fijando, sólo respirando).

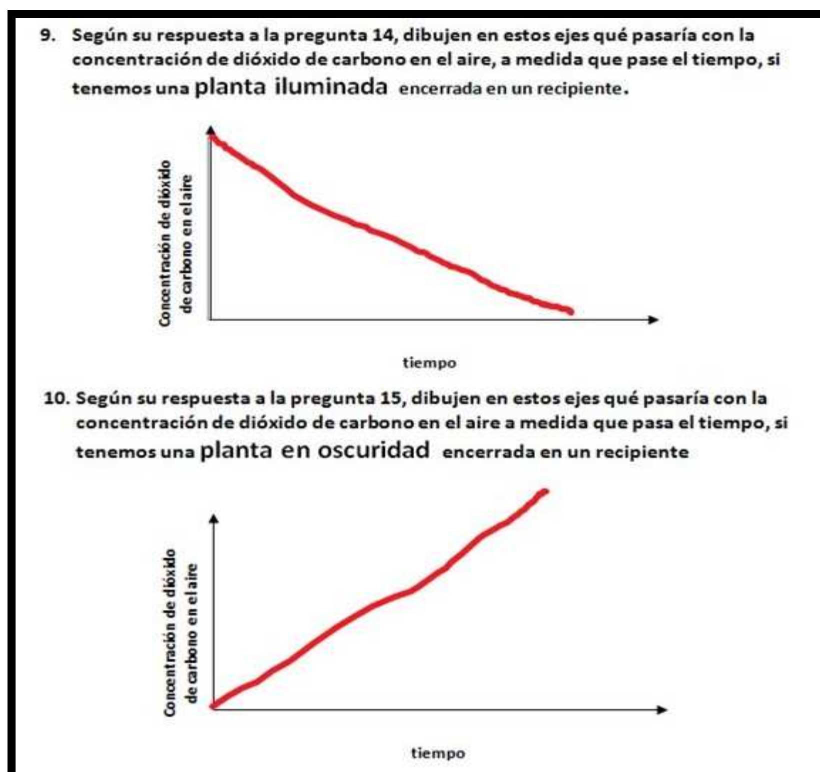


Figura 1. Anticipación de la concentración de CO_2 esperada en recipientes cerrados con plantas en condiciones de luz y oscuridad.

Puede que los estudiantes planteen la posibilidad de que el balance neto de respiración y fotosíntesis sea nulo, y que por lo tanto la concentración de dióxido de carbono se mantenga constante, como se ilustra en la figura 2. También sería válido plantear que la concentración de dióxido de carbono puede mantenerse contante en una planta en oscuridad, si se considerara que la tasa de respiración es muy baja. En cualquier caso les recomendamos validar estas suposiciones y estimular la argumentación por parte de los estudiantes. Lo que indudablemente indica una concentración de dióxido de carbono constante a lo largo del tiempo es que la planta no está creciendo.

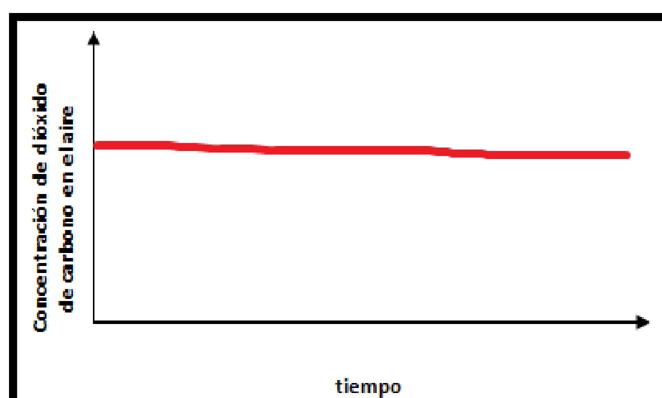


Figura 2. Otro resultado posible y de problematización necesaria. ¿Qué indicaría que la concentración de CO_2 se mantuviera constante a lo largo del tiempo?



A la hora de realizar un diseño experimental es importante anticipar todos los resultados posibles y poder establecer qué estaría indicando cada uno de ellos. La experimentación científica no es una actividad basada en tanteos y es necesario que los estudiantes procedan planificando sus resultados posibles. En esta línea les sugerimos que de no surgir entre los estudiantes, sean ustedes los que planteen la necesidad de discutir qué significa que la concentración de dióxido de carbono sea constante en el tiempo.

La finalidad de esta sección es que los estudiantes vinculen los procesos de fotosíntesis y respiración celular con el crecimiento de una planta, para finalmente comprender que las variaciones en la concentración de dióxido de carbono pueden ser indicadores del crecimiento de estos seres vivos. A partir de esta actividad y con la posterior presentación del sensor digital de dióxido de carbono, los estudiantes estarán en condiciones de sintetizar el diseño experimental para responder sus preguntas.



- Esta sección del documento podría ser modificada por el docente si utilizara otro indicador de crecimiento (por ejemplo, sensor de oxígeno, etc.).
- En el caso de ser la primera vez que se trabaja con el sensor de dióxido de carbono en el aula, sugerimos que sea el docente quien lo presente describiendo brevemente su funcionamiento y uso.

Al finalizar el trabajo de esta sección, los estudiantes ya tienen definidas sus preguntas investigables sobre la influencia del color de la luz en el crecimiento de las plantas, conocen el funcionamiento de los sensores digitales de dióxido de carbono, y se planteó la medición de las variaciones en este gas como indicador del crecimiento de las plantas.

Diseño experimental

Para el armado del diseño experimental se propone una actividad colectiva, en la que los estudiantes vayan consensuando las elecciones optadas en cada paso. Observarán que hemos diseñado estas actividades deteniéndonos en cada etapa de un modelo de diseño experimental que proponemos, buscando que los estudiantes se lo apropien y lo carguen de sentido.

Les proponemos llevar a cabo el diseño experimental y el armado del dispositivo que surja como producto de la construcción colectiva de los estudiantes.

Como insumo para el docente, ofrecemos más adelante el armado de un dispositivo que consta de los siguientes materiales (además de los sensores de dióxido de carbono y las netbooks): botellones de plástico, plantines de albahaca, lámparas halógenas, celofanes de colores, papel aluminio. Estos materiales son fáciles de conseguir y resultan en un dispositivo sencillo de montar, de modo que la atención puede centrarse en los aspectos clave del diseño experimental y no tanto en las características técnicas del dispositivo.



En una primera etapa se les da a los estudiantes libertad para que imaginen cómo montarían el experimento, incluyendo los materiales que utilizarían. Consideramos sumamente importante darles primero la posibilidad de diseñar su propio experimento. Aun si no es posible que lo lleven a cabo, el diseño de experimentos en sí mismo puede trabajarse con estas actividades. En caso de elegir trabajar con el diseño explicitado más adelante, el haber realizado las actividades de diseño experimental ayudará a los estudiantes a una comprensión más profunda de esa actividad.

Les sugerimos que, a medida que los estudiantes vayan respondiendo a las preguntas con casos concretos, ustedes hagan una pequeña reseña sobre la importancia de cada aspecto en abstracto. (Cfr: Rodríguez, N. (2013). “Diseños Experimentales en Educación”. *Revista de Pedagogía*, 32(91), 147-158.)

Por ejemplo, si los estudiantes elijen como tratamientos (condiciones experimentales) tomar colores de celofán (o de nylon) azul, rojo, amarillo y verde, para cubrir las plantas en crecimiento, y como controles celofán transparente y oscuridad total, ustedes pueden señalar la importancia de:

- Realizar los tratamientos con **individuos diferentes**: para desligarse del efecto que pueda tener someter a una misma planta a distintas condiciones de iluminación.

- La existencia de **controles** para tener una referencia de que el experimento está ocurriendo de forma esperable, lo que le dará validez a los resultados obtenidos: en principio, se espera que con celofán transparente, el dióxido de carbono no varíe o disminuya (la planta fotosintetiza), mientras que en oscuridad no varíe o aumente (no fotosintetiza). Si esto no se cumpliera, los demás resultados no serían confiables.



Proponemos usar papel celofán cómo análogo del nylon del invernadero, con el objeto de estandarizar las condiciones experimentales de cada tratamiento. En caso de utilizarse nylon, deberán ser todos de igual grosor y tipo, de manera de asegurarnos de no introducir una nueva variable (el tipo de nylon, la tinción, etc). Las placas de acetato de colores no son recomendables porque alterarán la intensidad de la luz dependiendo del color utilizado.

En relación a las **variables independientes**, pueden comentar que son aquello que distingue a un tratamiento de otro, lo que puede controlar el experimentador. En el caso de este experimento, es el color del celofán que cubrirá cada planta. También pueden comentar que se llaman variables porque precisamente son algo que cambia, que varía, y que existen **variables dependientes**, que es algo que va a cambiar a lo largo del experimento en respuesta a las variables independientes. Es decir, que son dependientes del experimento. En su experimento, la variable dependiente o de respuesta es la concentración de dióxido de carbono, que se espera que tenga distintos comportamientos, según el tratamiento aplicado.

Por último, las **variables intervinientes**, que son aquellas que pueden afectar la relación entre la variable independiente y la dependiente, pueden ser una fuente de incertidumbre (interfieren en la lectura de la relación entre las variables dependiente e independiente). Les sugerimos señalar la importancia de identificar y controlar estas variables, de homogeneizar todo aquello que no sea el color de la luz, para asegurarnos de que no influya en los resultados obtenidos. Así convendrá que:

- Las plantas sean de la misma especie y tengan el mismo tamaño y número de hojas (o similar).
- Los focos estén situados a una distancia constante con respecto a las plantas.
- La potencia de todos los focos sea la misma.
- Todos los botellones se encuentren sellados.

Alcances de esta actividad

El objetivo de de esta actividad es que los estudiantes puedan manejar **definiciones operativas** de los conceptos: tratamientos, controles, variables dependientes, independientes e intervinientes. La idea es abordar estos conceptos desde su uso antes que desde su definición, para presentar una opción a una definición memorística, en la que

puedan ponerlos en juego para analizar otros diseños experimentales, así como para encarar nuevos diseños en otros proyectos de investigación escolar.

SECCIÓN 4: ¿QUÉ ESPERAMOS OBTENER?

Consigna para los estudiantes

Discutan en grupo "¿Qué esperamos obtener?" y respondan las preguntas.

Descripción de la actividad

Esta sección es fundamental para dotar de sentido las observaciones que se realizarán una vez iniciado el experimento. Los estudiantes deben anticipar los resultados que esperan obtener. Esta anticipación no tiene que ser exhaustiva ni se esperan respuestas correctas. Se pretende que los estudiantes puedan vincular los resultados posibles, anticipados en la sección anterior, con las conclusiones que les permitirán arrojar esos resultados.

Les sugerimos preguntar a los estudiantes qué estaría indicando:

- El aumento de la concentración de dióxido de carbono en una botella.
- La disminución de la concentración de dióxido de carbono en una botella.
- Que la concentración de dióxido de carbono se mantenga constante en una botella.

También se pueden utilizar preguntas guía del estilo:

Si la luz de un color fuera más aprovechada por la planta que la luz de otro color, ¿qué esperarían observar? ¿Cómo podrían darse cuenta de esto?

¿Habrá diferencias entre la luz del color A y la que atraviesa el papel transparente? ¿Habrá diferencias entre el color A y el color B? ¿Cómo podrían darse cuenta de esas diferencias?

¿Qué esperan que ocurra con la concentración de dióxido de carbono en el botellón que se encuentra en oscuridad? ¿Habrá algún color con el que se obtenga un efecto similar?

Alcances de esta actividad

Esta es una actividad abierta, en la que no hay una sola respuesta correcta. Con ella buscamos que los estudiantes piensen, en función de todo lo que ya saben, qué esperarían observar y qué interpretación le darían a esos resultados en función de la pregunta inicial. Esta parte del trabajo es fundamental, pues poder predecir los resultados esperados es la guía que estructurará el resto del experimento. Los estudiantes se enfrentarán a pensar cómo esperan que de un experimento en función de una pregunta inicial para luego poder determinar si los resultados obtenidos son coherentes o debe repensarse el experimento.

SECCIÓN 5: REGISTRO DEL EXPERIMENTO

Consigna para los estudiantes

Lean detalladamente Manos a la obra y resuelvan las actividades propuestas.

Descripción de la actividad

En esta sección se realiza el experimento. Para ello les recomendamos reunir los materiales la clase anterior y encomendar a los estudiantes la construcción de los dispositivos experimentales.

Sugerimos formar al menos 6 grupos (de 2 a 4 integrantes), de manera que cada uno pueda llevar a cabo una condición experimental (celofán rojo, azul, verde, amarillo, transparente y oscuridad). Para ello se deberá contar con al menos 6 sensores de dióxido de carbono, uno para cada grupo.

Cada grupo se ocupará de un tratamiento, por lo que contaremos con el “grupo Rojo”, “grupo Azul”, “grupo Oscuridad”, etc.

Dependiendo de la disponibilidad de materiales, sensores y de la cantidad de alumnos, pueden hacerse variaciones a este diseño (agregar otros colores de celofán, réplicas de tratamientos, experimento por tandas, etc.).

Sugerimos llevar adelante el diseño experimental y el armado del dispositivo que surja como una construcción colectiva de los estudiantes. Como insumo para el docente, y para el caso de que decidan utilizar esta sección de la secuencia didáctica en forma independiente del resto, ofreceremos a continuación un protocolo detallado y probado. (La reproducibilidad de este protocolo ha sido corroborada por el equipo de Ciencias Naturales 1 a 1 de Escuelas de Innovación).

Les ofrecemos también algunos consejos y aclaraciones que consideramos pueden ser útiles al momento de realizar esta actividad.

Armado del dispositivo experimental

1) Búsqueda de materiales

- 6 portalámparas
- 6 focos[7]
- Celofanes de colores azul, verde, rojo, amarillo y transparente[8]
- Papel de aluminio y/o papel de diario
- 6 botellones de 5-6 litros de agua mineral
- Cinta de papel
- 6 plantines de albahaca[9]
- 6 netbooks
- 6 sensores digitales de dióxido de carbono



Figura 3. Materiales utilizados. (a) Plantines de albahaca. (b) Papel celofán de distintos colores. (c) Botellones de agua mineral. (d) Netbooks. (e) Sensor de dióxido de carbono y colector de datos.

---

[7] Pueden ser focos halógenos, incandescentes, LED o de bajo consumo. Lo importante es que todos sean iguales y de una potencia real no menor a 75 W. En caso de utilizar focos halógenos o incandescentes, deben ser muy cuidadosos debido a que se calientan mucho y pueden quemar.

[8] Se pueden agregar otros colores, pero recomendamos que esos colores de celofán estén presentes. Es muy importante que los papeles celofán sean de colores intensos y parejos.

[9] La situación problemática inicial trataba de albahacas, pero se podría usar otro tipo de planta de ser necesario (se obtienen resultados similares). Es clave que el tamaño de las plantas sea parejo y que se trate de individuos de la misma especie. Se puede discutir con los alumnos la necesidad de dejar fija la variable *planta*.

2) ***Armado de los botellones***



Figura 4. (a) Botellón cortado a la mitad y forrado con papel de diario.
(b) Botellón cerrado y sellado.

Para comenzar, debemos cortar los botellones de manera tal de poder colocar el plantín y el sensor dentro. Como se muestra en la figura 4, forramos la parte inferior con papel de diario (dos capas) de manera de asegurarnos que no ingrese luz por esa zona. Luego colocamos el plantín dentro (se puede usar algún plato pequeño como base) y el sensor ya calibrado (ver el punto que sigue: "Calibración de los sensores").

Posteriormente, pasamos el cable del sensor por el pico del botellón, unimos ambas mitades y sellamos la unión entre las partes y el pico con papel film o cinta de papel. (El dióxido de carbono es más denso que el aire, por lo que tenderá a alojarse en la parte inferior del recipiente).

3) ***Calibración de los sensores***

La calibración del sensor debe realizarse antes de ubicarlo dentro del botellón. Para ello deberá realizarse una medición de referencia. Recomendamos medir en el exterior del aula (en un patio o lugar ventilado) y establecer ese valor como 400 ppm. Si se tratase de una región urbana muy congestionada, establecer 450 ppm como referencia para la muestra de aire del exterior. Dependiendo del equipo del que se disponga, los pasos de calibración variarán (ver manual del usuario del equipo). Es importante que todos los sensores a utilizar sean calibrados de esta manera antes de comenzar.

4) *Dispositivo*

Luego de que cada grupo haya realizado los pasos 1 y 2 de esta guía, procederemos a armar el dispositivo general. En la figura 5 se muestra uno construido a modo de ejemplo. Se pueden observar los seis botellones completos, lámparas (y portalámparas) y módulos caseros armados para asegurar que la distancia entre las fuentes de luz y las plantas sea uniforme. No es necesario que todos se encuentren alineados y juntos.



Figura 5. Un posible diseño experimental.

5) *Pretratamiento y tratamientos*

Para asegurarse de que todo funciona correctamente y todas las plantas se encuentran en condiciones similares antes de comenzar a registrar, sugerimos que las coloquen en el recipiente y las dejen entre 10 y 15 minutos con la luz encendida y el sensor registrando. La distancia entre las luces y los botellones deberá ser mínima (evitando que se toquen) de manera de asegurarnos que las plantas reciban la máxima iluminación posible. Este pretratamiento brinda un buen momento para que el docente chequee que los registros de los sensores estén generando un patrón de disminución de dióxido de carbono en todas las plantas. En caso de que esto no ocurra (y que, por ejemplo, se mantenga constante) se deberá acercar más la fuente de luz. Si aun así no se observa una disminución, se puede deber a que los focos elegidos son de poca potencia o se encuentran demasiado alejados de las plantas.

Pasados esos minutos de pretratamiento con luz encendida, comenzaremos las mediciones en los diferentes dispositivos. Para esto, cada grupo deberá colocar el filtro de papel celofán (o papel aluminio) sobre el botellón. Es importante que toda la luz ingrese a través del filtro. Si no se cuenta con papel celofán suficiente para envolver el botellón, sugerimos cubrir esas partes con papel aluminio (o de diario). En la figura 6, se pueden observar tres botellones envueltos totalmente por el papel celofán. En el caso del “grupo Oscuridad” sugerimos cubrir todo el botellón con papel metalizado o similar de manera de impedir que ingrese luz (pese a que el tratamiento es oscuridad, la forma correcta de hacerlo es iluminando también este botellón en las mismas condiciones que los demás e impidiendo el ingreso de la luz con algún material).

El grupo “Transparente” es un control en donde no se está filtrando el color de la luz, pero sí atraviesa un papel celofán al igual que los demás tratamientos. No sería del todo correcto comparar resultados con filtro y sin filtro de por medio (si el papel celofán independientemente del color, interviene de alguna manera en la intensidad de la luz, lo hará de igual manera en todos los tratamientos). Aquí surge la oportunidad de discutir la validez de la analogía entre el nylon que se utilizaría en el invernadero de Don Ramón y el celofán que se utiliza para este experimento.

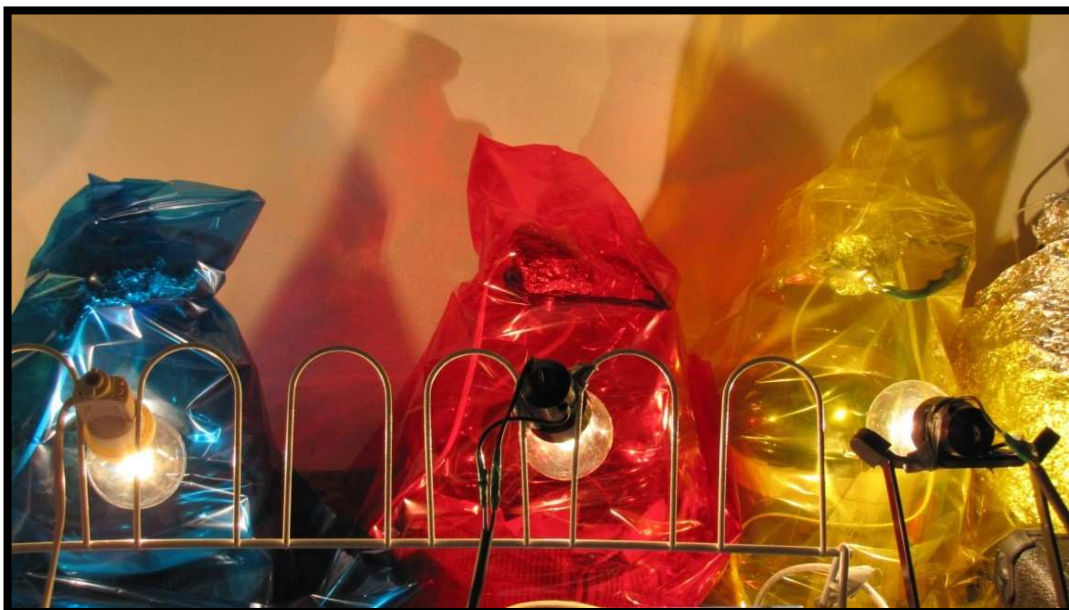


Figura 6. Botellones envueltos en papel celofán.

6) *Registro*

Durante este tiempo, los estudiantes deben seguir la medición y registrar (mediante fotos, filmaciones, relatos, etc.) todo lo que ocurre. Necesitarán este material para confeccionar el informe final, por lo que es deseable que se discuta previamente qué será necesario registrar y de qué manera.

Una vez puestos los filtros, se comienza la medición. Es deseable que los pasos realizados luego de sellar los botellones se hagan de la manera más rápida posible pero más importante es que todos los grupos avancen más o menos juntos.

El tiempo total de medición puede variar según la disponibilidad de los materiales. Sugerimos medir no menos de 20 minutos una vez colocados los filtros (con una frecuencia de muestreo de 1 punto por cada 30 segundos o un minuto, de modo de generar una cantidad adecuada de datos).

Una vez concluido el tiempo de medición, cada grupo deberá guardar los datos del registro, desarmar el dispositivo y continuar trabajando con el documento 6.

SECCIÓN 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Consigna para los estudiantes

Ahora realizaremos juntos el Análisis de resultados.

Descripción de la actividad

En esta sección se realiza el análisis de los resultados. Primero los estudiantes analizan al interior de cada grupo, cuáles fueron los resultados de su tratamiento, mediante el uso y construcción de distintas formas de representación (tablas y gráficos). Posteriormente se realiza una puesta en común de todos los resultados, primero mediante un análisis cualitativo y finalmente utilizando una aproximación cuantitativa, en la que los estudiantes abordan las interpretaciones de los resultados obtenidos en conjunto.

La finalidad de esta sección es que los estudiantes aprendan a manipular distintas formas de representación y que puedan realizar interpretaciones de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta lo que ellos anticiparon previamente.

En la primera parte de esta sección, cada grupo de estudiantes debe analizar los resultados obtenidos para su tratamiento. El trabajo se realiza de manera gradual, analizando primero la información que el programa colector de datos presenta en forma de tabla. En este punto conviene destacar que el valor de concentración de dióxido de carbono que se muestra para cada valor de tiempo viene expresado en unidades de partes por millón (ppm).



Partes por millón (ppm) es una unidad de concentración. Esta unidad es empleada usualmente para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza) en una mezcla. Por ejemplo en un millón de granos de arroz, si se pintara uno de negro, este grano representaría una (1) parte por millón. Se abrevia como "ppm". En gases, esta unidad refiere al volumen de soluto en relación al volumen de solución. Así, 5 ppm de dióxido de carbono equivalen a 5 litros de dióxido de carbono en 5 millones de litros de aire.



En esta sección se utiliza Excel u otra planilla de cálculos. Les recomendamos asegurarse que los estudiantes tengan instalado este programa (o uno equivalente) para que puedan realizar el análisis de datos y la construcción de gráficos.

A continuación se les propone a los estudiantes que construyan un gráfico de dispersión con sus resultados (ver figura 7). En esta actividad los estudiantes no sólo construyen el gráfico, sino que analizan por un lado sus partes constitutivas (ejes y puntos del gráfico), para finalmente determinar el patrón de los puntos graficados. De forma gradual, los estudiantes se apropian de la representación y obtienen sus primeras interpretaciones de los resultados.



- El uso de la planilla de cálculos puede ser útil para ayudar a los estudiantes a familiarizarse con las distintas formas de representación de los datos (tablas, gráficos de barras, gráficos de dispersión, textos explicativos). Sirve de medio para "desmenuzar" todas las partes de estas formas de mostrar información. Les sugerimos detenerse en este punto al trabajar por primera vez un formato diferente.
- Recuerde a los estudiantes que las hojas de cálculo suelen tomar por defecto los valores mínimos y máximos de datos como extremos de los ejes. Llegado el momento de realizar los gráficos, es importante acordar qué representa cada eje y qué escala se utilizará de manera de obtener gráficos comparables entre sí.



Para la realización de este protocolo, es deseable que las ordenadas al origen (concentración de dióxido de carbono en el minuto cero del experimento) sean aproximadamente similares. Esto no es sencillo y si el tiempo de manipulación previa al experimento varía entre los grupos, seguramente comenzarán a medir desde valores iniciales diferentes. En este caso, sugerimos explicitar esas diferencias que, además, ayudarán a los estudiantes a comprender por qué para comparar resultados entre tratamientos se utiliza un valor de delta (concentración final menos la inicial) y no valores absolutos.

Seguidamente se realiza una puesta en común en la que el docente arma una tabla cualitativa en el pizarrón para agrupar los resultados obtenidos por todos los grupos.

	Celofán Rojo	Celofán Azul	Celofán Verde	Celofán Transparente	Celofán Amarillo	Oscuridad
Cantidad de CO_2	↓	↓	↑	↓	→	↑

Tabla 1. Tendencias inferidas a partir los resultados obtenidos en el experimento que se muestra en la figura 7

Con la información de esta tabla los estudiantes deben responder si hay tratamientos que resulten mejor que otros, es decir que produzcan una mayor tasa de fotosíntesis, leída como una caída en la concentración de dióxido de carbono. Se espera que esto se discuta con la información resumida en una tabla análoga a la Tabla , construida con los resultados obtenidos por la clase.



Puede que algunos resultados difieran mucho de lo esperado, y les sugerimos dar especial importancia a la discusión de estos casos. Resulta una oportunidad para analizar los factores procedimentales que afectan el resultado obtenido, y estos pueden ser analizados a posteriori de la experimentación de dos maneras:

- cuando un resultado se escapa del universo de resultados esperados (ofrecemos una notación ⇳ si hubo un patrón variable. Este patrón no se espera encontrar en un experimento diseñado de la forma en que se propone en esta secuencia, ya que las plantas reciben luz –u oscuridad– constantemente, y entonces la concentración de dióxido de carbono no debería oscilar).
- realizando réplicas del experimento y comprobando que los resultados son reproducibles.

A continuación se les pide que ordenen los distintos tratamientos en función de cuánto favorecen/impiden la captación de dióxido de carbono por fotosíntesis. La idea es que los estudiantes se tomen un tiempo para discutir cómo ordenarlos, y que propongan distintas formas. Para cerrar la discusión, les sugerimos que señalen que el análisis cualitativo no es suficiente para comparar los distintos tratamientos, y que lo que sigue es una propuesta cuantitativa (basada en la comparación matemática de los tratamientos). Para el análisis cualitativo, cada grupo calcula la diferencia entre el promedio de los cinco últimos puntos del registro y el promedio de los primeros cinco puntos, para su tratamiento.

COLOR:	
Inicial (promedio de los primeros cinco datos)	
Final (promedio de los últimos cinco datos)	
Diferencia final- inicial	

Tabla 2. Datos de los promedios de los últimos cinco y primeros cinco puntos que se utilizarán para el análisis cuantitativo de los resultados.



Les sugerimos plantear a los estudiantes la siguiente pregunta: ¿Por qué la utilización del promedio de cinco datos es más precisa que un solo dato?, para darle pie a hablar acerca de las incertezas de las mediciones experimentales, cuyo efecto en la precisión de los resultados puede, si las mediciones son muy cercanas, disminuir con el cálculo de un promedio de varios puntos.

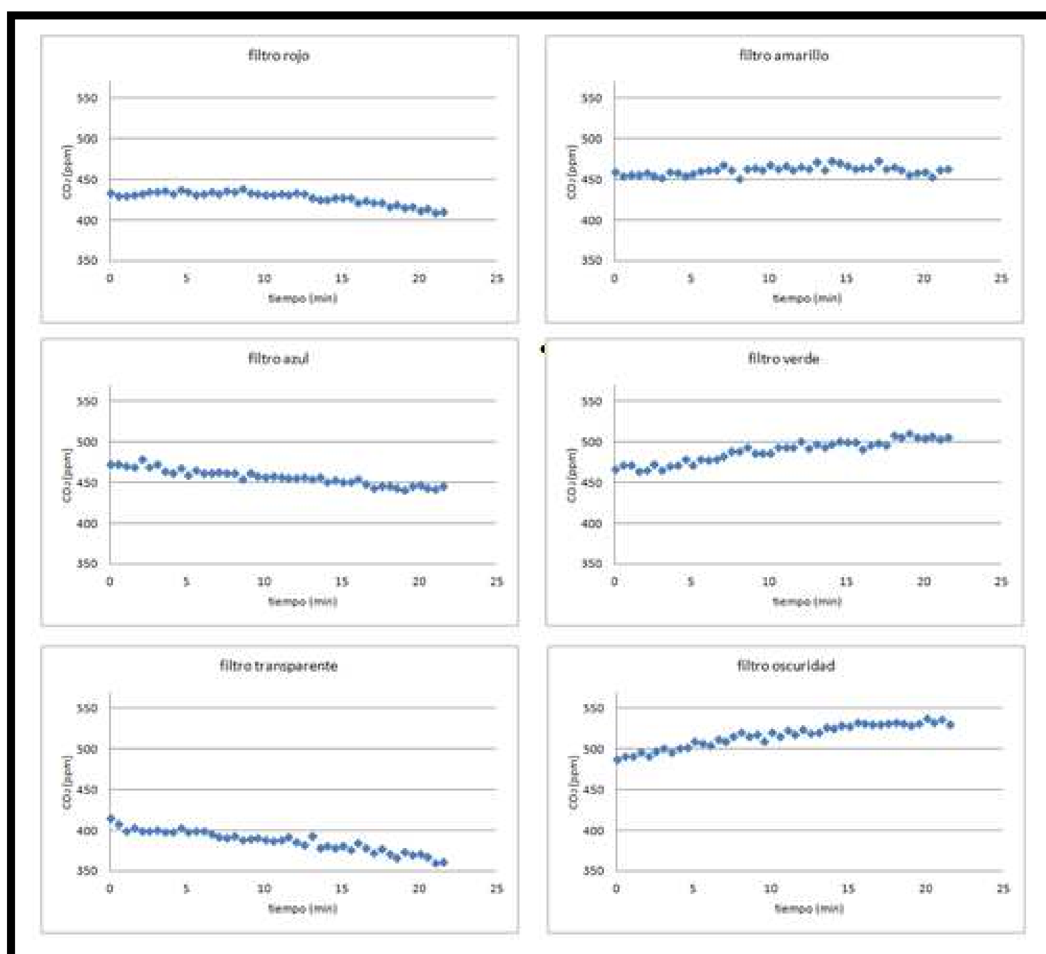


Figura 7. Gráficos de dispersión.

Estas diferencias se juntan en una tabla con las diferencias final-inicial de todos los tratamientos, que se utiliza como insumo para construir un gráfico de barras (figura 8). En el análisis del gráfico se recomienda repasar el significado de los ejes, por un lado, y el significado de que las barras:

- Estén a la derecha del gráfico (valores positivos).
- Estén a la izquierda (valores negativos).
- Queden cerca del cero.

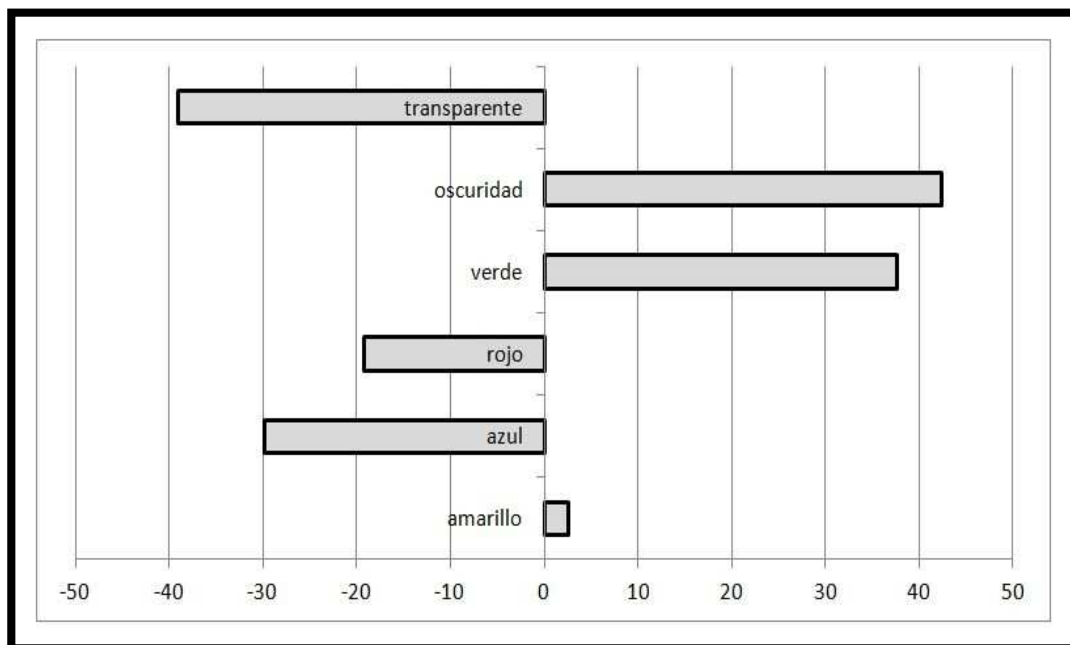


Figura 8. Gráfico de barras con la diferencia de promedios de los últimos cinco y los primeros cinco puntos de cada tratamiento, basado en los datos utilizados para construir el gráfico de dispersión de la figura 7.

Esta actividad termina con el cruce entre la interpretación de los resultados tanto cualitativos como cuantitativos y la anticipación de los resultados que ellos previeron, para poder llegar a una interpretación global del experimento. Sugerimos aprovechar esta oportunidad para la discusión, conclusiones y evaluación de las preguntas planteadas.

SECCIÓN 7: RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Consigna para los estudiantes

Ahora vamos, finalmente, a Respondamos la pregunta.

Descripción de la actividad

En esta última sección se hará el cierre de toda la secuencia, retomando las preguntas que dieron origen a la investigación llevada a cabo por los estudiantes. Este es uno de los momentos más importantes del trabajo, en donde los estudiantes deberán ser capaces de concentrar todo lo trabajado en la secuencia para arribar a las conclusiones.

Sugerimos reforzar en los estudiantes la idea de que la respuesta a la pregunta original la investigan y construyen ellos mismos para alejarlos de la búsqueda de la "respuesta correcta". Se espera en líneas generales que los filtros de celofanes transparente, rojo y azul muestren diferencias de concentración promedio de dióxido de carbono final-inicial negativas (se consumió dióxido de carbono, lo que indica una alta tasa fotosintética), con el filtro verde diferencias positivas o más cercanas al cero (se liberó dióxido de carbono, indicando una baja o nula tasa fotosintética), al igual que en la situación de oscuridad, en donde la diferencia debería ser claramente positiva y mayor (la planta sólo está respirando). Por último, el filtro amarillo suele dar valores de diferencias final-inicial cercanas a cero (se igualan ambas tasas dando valores constantes).

Sin embargo, la respuesta a las preguntas podrá variar en función de los resultados que de hecho se obtengan. Existen variables que pueden modificar estos resultados, como por ejemplo:

- Si los papeles celofanes usados fueron demasiado claros o desparejos en la tinción.
- Si la distancia de los focos fue muy grande o si la potencia utilizada no fue la apropiada.
- Si las plantas utilizadas como sujetos experimentales tenían tamaños muy diferentes.

La posibilidad de obtener distintos resultados dará la oportunidad al docente de guiar una reflexión crítica de los estudiantes sobre la coherencia de los resultados obtenidos e intentar darles sentido en función de lo que saben. Por otro lado, puede servir para razonar por qué no obtuvieron lo que esperaban, ayudándolos a comprender cómo opera la construcción del conocimiento.

Si se diera el caso de que se obtienen resultados imposibles de explicar coherentemente, sugerimos repetir el experimento (o al menos plantear la necesidad de hacerlo), replanteándose la existencia de variantes intervinientes que hayan sido pasadas por alto.

Las preguntas que se presentan en la segunda parte de la actividad 7 tienen como fin proponer un meta-análisis del desempeño de cada grupo y del experimento en general, en el que los estudiantes sean capaces de reflexionar sobre su desempeño durante el desarrollo experimental, las carencias, los defectos y las virtudes. Como cierre de esta sección de discusión y reflexión, se invita a los estudiantes a plantear modificaciones al diseño experimental aplicado, así como a proponer nuevos experimentos que puedan responder eventuales preguntas surgidas a partir de esta investigación.

Dentro de las razones por las que los resultados obtenidos pueden diferir radicalmente de los esperados, cabe la posibilidad de que alguno de los sensores experimente fallas en su funcionamiento, o que una computadora se apague o deje de registrar. Por si esto sucediera, les recomendamos que cuenten con un conjunto de datos para poder continuar el análisis y el resto de la secuencia. Con este fin, ofrecemos, junto con los documentos de trabajo para los estudiantes, una planilla en donde se volcaron los datos obtenidos en mediciones realizadas por el grupo de Ciencias Naturales 1 a 1.

CIERRE DE LA SECUENCIA

Se puede continuar esta secuencia didáctica con otra asociada en la cual se analicen los espectros de la luz que llega a la planta en cada una de las condiciones de experimentación. Para esta actividad se puede utilizar un espectrómetro, que es un dispositivo que separa la luz como una red de difracción, descomponiéndola en las distintas longitudes de onda que la componen. Los espectrómetros son muy fáciles de construir: sólo se necesita un Compact Disc® (inclinado a 60°) y una caja de zapatos.

Pueden consultar esta guía para armar un espectrómetro



Es conveniente probar el espectrómetro usando una lámpara de bajo consumo, ya que produce bandas más definidas. Sin embargo, se puede utilizar una lámpara incandescente o halógena, obteniéndose resultados igualmente interpretables.

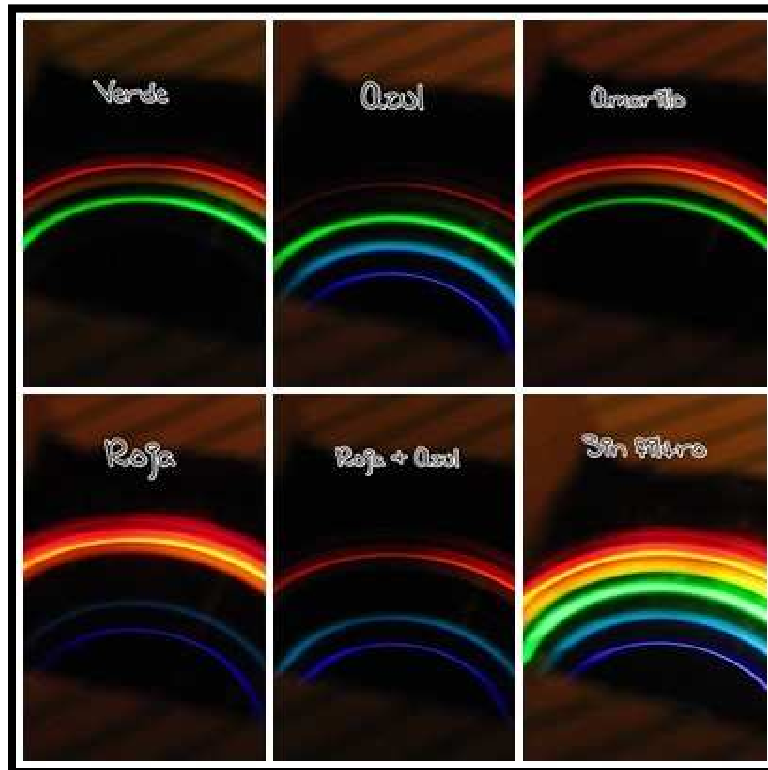


Figura 12. Espectros observados utilizando un espectrómetro casero y distintos filtros de papel celofán.

Puede realizarse una actividad en la que los estudiantes deban medir qué bandas deja pasar cada color de celofán (incluido el transparente), y ver ya no qué color de celofán es necesario para la fotosíntesis, sino qué colores de luz son los involucrados en que haya fotosíntesis y cuáles no (por un método de descarte entre las combinaciones de colores de luz que cada celofán deja pasar, y los resultados del experimento con el uso de sensores de dióxido de carbono).

Esta propuesta es transdisciplinar, ya que integra saberes propios de la Biología y la Física. Permite abordar la naturaleza física de la luz visible, pensar por qué la luz blanca, que contiene todos los colores, sería adecuada para el crecimiento de las plantas, pero también ver que hay dos colores de luz que son fundamentales para la fotosíntesis: el violeta-azul y el naranja-rojo. Esta integración puede cerrarse con una investigación bibliográfica sobre los espectros de absorción de las *clorofilas a* y *b*, los pigmentos fotosintéticos de las plantas, cruzando esta información con los resultados obtenidos.



Esta continuación de la secuencia didáctica puede contribuir a trabajar con la interpretación de los resultados a la luz de la información bibliográfica mostrándola como parte fundamental de la labor del científico, y desarrollar esa competencia en los estudiantes.

PROPUESTAS DE EVALUACIÓN

Esta secuencia habilita muchas opciones para la evaluación. Un instrumento para la evaluación continua, sería pedirles a los estudiantes que entreguen una carpeta que contenga los siete documentos guía con todas las preguntas y consignas completadas, un informe detallado de la realización del experimento (con fotos y descripciones) y todo el material que los estudiantes vayan realizando en el transcurso de las actividades.

Otra forma de evaluación que proponemos es que los estudiantes hagan un informe por grupo que tenga el formato de una publicación científica (un póster o un artículo). Este material debería sintetizar todos los pasos de la investigación llevada a cabo, desde el planteo del problema y las preguntas, hasta las conclusiones y los pasos a seguir.

Es importante que los estudiantes pongan en juego su poder de síntesis, incluyendo en el informe sólo los aspectos relevantes de cada sección. Para ello les sugerimos que la extensión del informe no supere las dos o tres carillas, en la que se deben incluir las siguientes secciones:

- Una introducción, en la que se aclare cuál es el problema a resolver, y qué preguntas se plantearon investigar.
- Una sección sobre el armado del dispositivo y el diseño experimental, identificando tratamientos, variables y controles, así como el tipo y uso de los materiales empleados.
- Una sección de resultados, contemplando los de su grupo y los de toda la clase, presentando los gráficos construidos y comentando los resultados.
- Una sección de discusión, en la que se interpreten los resultados obtenidos, se evalúe si se respondió la pregunta inicial y se comenten los pasos a seguir (nuevos experimentos, por ejemplo).

Otra alternativa sería ofrecerles un diseño experimental con errores, tales como la ausencia de controles, el no fijar las variables intervinientes, el abordaje a conclusiones erróneas por una interpretación equivocada de los resultados, etc. Esta forma de evaluación nos dirá si los estudiantes se apropiaron de las definiciones operativas de los conceptos del diseño experimental, poniendo en juego el aspecto metacognitivo subyacente a toda esta secuencia didáctica. Dentro de esta misma línea de pensamiento, otra alternativa para evaluar estas competencias sería ofrecerles una nueva situación problemática experimentable, en la que ellos deban armar un diseño experimental a partir de los datos ofrecidos por el docente.

β Aquí *accedés a la bibliografía de esta secuencia.*

CARPETA DE DOCUMENTOS PARA LOS ESTUDIANTES

Documento 1: El problema del invernadero



Esta es la historia de Don Ramón y del desafío que les proponemos que lo ayuden a resolver. Pero ¡atentos! tendrán que pensar y actuar como lo hacen los científicos… ¿se animan a hacerlo?

El problema del invernadero

Don Ramón vive en el campo. Para poder mejorar sus ingresos, decidió comenzar a producir albahaca.

Con ayuda de un vecino, construyó un invernadero para cultivar las plantas dentro. Este invernadero protegía sus plantines, todavía débiles, de las heladas ocasionales en las noches de septiembre, el mes de la siembra.

Durante varias temporadas, cultivó gran cantidad de plantas y disfrutó de riquísimos pestos y ensaladas capresse.

Pero su suerte cambió. Este año, una gran tormenta, de esas de lluvia, truenos y mucho viento, se llevó consigo parte del invernadero. Un poco molesto, Don Ramón decidió arreglarlo para poder continuar cultivando albahacas. Para eso necesitaba volver a comprar unos cuantos metros de nylon transparente.

Pero ya dijimos que su suerte no era la mejor por estos días: al llegar al mercado se enteró que ya no quedaba nada de nylon transparente… sólo había nylon negro y de algunos colores.

Cuando le preguntó al vendedor cuándo recibiría nylon transparente, éste le contesto que no sería antes de fin de año. Así que a nuestro productor amigo le quedaban dos opciones: comprar nylon en su pueblo y hacer el invernadero negro o de algún color, o viajar hasta la ciudad vecina (a 10 horas de su pueblo) en busca de mejor suerte y un rollo de nylon transparente.

Pero estamos en la última semana de septiembre, y ya se termina la época propicia para sembrar albahaca, así que Don Ramón no tenía tiempo (ni ganas) de pensar demasiado ni de perderse todo un día de viaje…

Para comenzar a pensar, respondan las siguientes preguntas:

1. *¿Para qué sirve un invernadero?*
2. *¿Qué relación hay entre el color del nylon y el color de la luz dentro del invernadero?*

Documento 2: ¿Qué queremos saber?



Para ayudar a Don Ramón a resolver este dilema ustedes deberán diseñar un experimento cuyos resultados les permitan sacar una conclusión y así dar pruebas a Don Ramón de que lo que ustedes le aconsejan no es una elección caprichosa, sino que tiene un fundamento.

3. *¿Cuál es el problema a resolver? Redáctenlo de manera sencilla.*
4. *Reformulen el problema en forma de una o más preguntas.*

Documento 3: ¿Cómo lo vamos a saber?



Ya conocemos qué queremos saber, ahora tenemos que pensar cómo lo vamos a averiguar.
Para investigar cómo se ve afectado el crecimiento de las plantas en invernaderos de diferentes colores, comenzaremos pensando qué vamos a medir y de qué manera.

5. *¿Cómo podríamos tener una idea de si una planta está creciendo?*
6. *¿Qué podrían medir para determinar que una planta está creciendo?*

Como se habrán dado cuenta, hay varias formas de medir si una planta crece o no. Sin embargo, tenemos que recordar que contamos con muy poco tiempo. Deberemos resolverlo en unas horas, y dentro del aula de Ciencias Naturales.
¿Se les ocurre alguna forma de hacerlo?
Para ayudarlos a pensar esa respuesta, lean el siguiente texto.



La historia de Osvaldo

Yo tengo un perro que se llama Rufo, un gato al que le decimos Chudi y un helecho que se llama Osvaldo. A la gran mayoría de mis amigos no les resulta extraño que mi perro y mi gato tengan nombres, pero cuando les presento a Osvaldo se ríen como si estuviese loco. Yo no los entiendo. Mi helecho está tan vivo como Rufo. Es verdad que Osvaldo es un vegetal y Rufo un animal, pero todos sabemos que los dos **son** seres vivos. Es decir **están** vivos los dos. Que no lo vea moverse, ni escuche ruidos, ni lo sienta masticar la comida no significa nada. Yo sé que Osvaldo se mueve, hace ruidos y come, pero de una manera diferente a mi Rufo. El problema de mis amigos es que no se dieron cuenta de eso, y creen que mi helecho es más parecido a una piedra de color verde que a un perro que ladra y juega.

Rufo es más parecido a mí. Por ejemplo, cuando tenemos hambre los dos buscamos algo para comer. Lo masticamos y lo tragamos. En nuestra panza se digiere y obtenemos la energía que necesitamos para vivir. Yo para andar en bicicleta y Rufo para mover la cola. Pero Osvaldo, es distinto. También necesita energía para vivir, como nosotros. Pero él no come un sándwich o un hueso. Es mucho más groso que nosotros: él se fabrica su propia comida. Solo con un poco de luz y algo de agua, Osvaldo es capaz de "fabricar sus propios sándwiches", cuyo ingrediente crudo es el dióxido de carbono: un gas que está en el aire, que no vemos (como tampoco vemos moverse a Osvaldo). Cuando hay buena luz, Osvaldo capta el dióxido de carbono del aire. Y dentro suyo, a través de muchas reacciones químicas y mezclándolo con otras cosas, él fabrica su comida. Lo estudié en la escuela el año pasado, se llama Fosíntesis o fototesis… o algo así que no me acuerdo.

Y cuando necesita comer, cuando Osvaldo "tiene hambre", come esa comida que fabricó y guarda dentro de sus hojas y ramitas; como yo me como un sándwich que mi mamá guardó en la heladera.

Nosotros, (Rufo, mi gato, mi mamá, la profesora, yo…) comemos para obtener energía. Por eso mi mamá me dice que tengo que comer más, porque necesito energía para crecer. Osvaldo también está creciendo. Y necesita fabricar su alimento, con ayuda de la luz, usando dióxido de carbono todos los días, así crece alto y da muchas hojas nuevas. ¿Cómo obtenemos energía a partir de la comida? Eso también lo vi en la escuela. Lo que hacemos para obtener energía es "quemar" con oxígeno los azúcares que ingerimos. Los azúcares son el combustible de nuestro cuerpo, como la leña para una estufa o la nafta para el motor de un auto. En el caso de Osvaldo, el proceso para obtener energía es el mismo que el nuestro, pero los azúcares, como les conté antes, no los ingiere pues no tiene boca; los alimentos que fabrica a partir de dióxido de carbono y luz son precisamente... ¡azúcares! Osvaldo come todo el tiempo, pero fabrica alimento sólo de día, porque necesita luz.

Como ven, Osvaldo y yo tenemos cosas en común. Como todos los seres vivos. Los dos podemos tener hijos, los dos cambiamos con el tiempo, los dos necesitamos alimento para vivir (aunque lo obtenemos de manera diferente), los dos nos movemos, interaccionamos y reaccionamos frente a lo que pasa a nuestro alrededor. Entonces, Osvaldo está vivo. Tan vivo como yo. Y merece tener un nombre.

7. *Ahora que leyeron la historia de Osvaldo, ¿se les ocurre de qué manera se puede medir si una planta está creciendo en un momento dado?*
8. *Si tenemos a una planta en un lugar cerrado, y pudiéramos medir la cantidad de dióxido de carbono que hay en el aire, ¿qué esperan que pase con la concentración de dióxido de carbono en el aire cuando la planta esté iluminada?*
9. *¿Y qué esperan que pase con la concentración de dióxido de carbono en el aire cuando no haya luz?*



Para resumirlo vamos a hacer un gráfico. Así podemos ver en una sola imagen lo que pensaron en las dos preguntas anteriores.
Vamos juntos, paso a paso, como diría Mostaza Merlo.

10. *Según su respuesta a la pregunta 8, dibujen en estos ejes qué pasaría con la concentración de dióxido de carbono en el aire, a medida que pasa el tiempo, si tenemos una planta iluminada encerrada en un recipiente.*



Según su respuesta a la pregunta 9 dibujen en estos ejes qué pasaría con la concentración de dióxido de carbono en el aire a medida que pasa el tiempo, si tenemos una planta en oscuridad encerrada en un recipiente.



11. *¿Cuál de los gráficos se relaciona con una planta en crecimiento y cuál con una que no está creciendo?*
12. *Resumiendo. ¿Qué podrían medir en un invernadero, para saber si las plantas están creciendo o no?*

Diseño experimental



¡Vamos! Esto va avanzando muy bien

- ✓ Ya sabemos qué preguntas queremos responder
- ✓ Ya sabemos cómo lo vamos a saber

Entre toda la clase, acuerden el experimento que van a hacer.

No olviden tener en cuenta los siguientes puntos:

- ¿Qué tratamientos, o condiciones experimentales van a comparar en este experimento?
  Tratamientos:

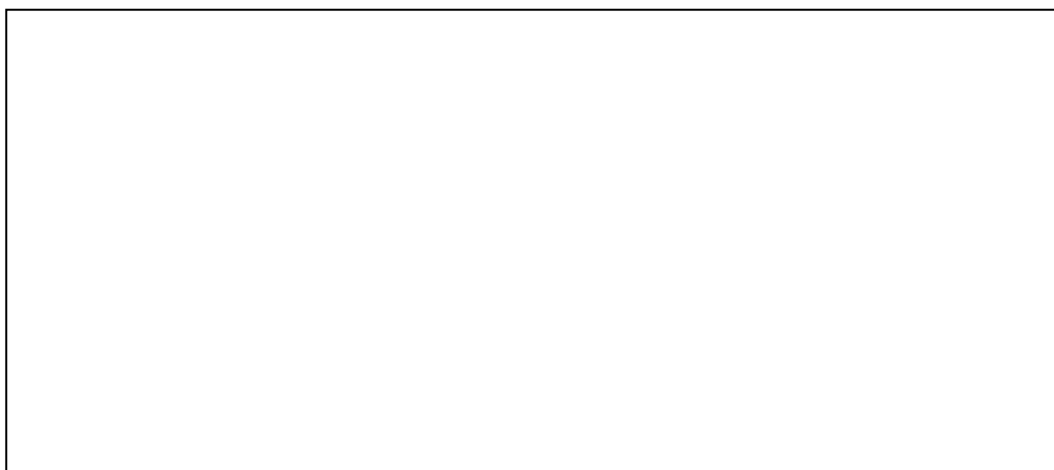
  Controles:

- ¿Qué cosas variarían Uds. a lo largo del experimento?
  Variable independiente:

- ¿Qué magnitudes van a medir y con qué instrumento lo harán?
  Variable dependiente:

- ¿Qué precauciones tomarán a lo largo del experimento, de modo que los resultados obtenidos se deban únicamente a los tratamientos que ustedes eligieron?
  Variables intervinientes:

13. *Una vez consensuado el diseño entre toda la clase y aprobado por el docente, podrán realizar el experimento. Armen una lista de los materiales necesarios y divídanse las tareas.*
14. *Hagan un dibujo donde se muestre el diseño de su experimento.*



Documento 4: ¿Qué esperamos obtener?



Todo buen investigador sabe que antes de empezar un experimento hay que pensar qué esperamos obtener. Pensar en esto nos va a ayudar a saber si estamos haciendo las cosas bien.

15. *En función del diseño experimental consensuado entre todos, expliquen de manera sencilla qué esperan observar que ocurra con la cantidad de dióxido de carbono en cada botella de color.*
16. *¿Qué les permitiría concluir los distintos resultados posibles?*

Documento 5: Manos a la obra. Registro del experimento

17. *Realicen el experimento.*



Antes de comenzar, dividan las tareas entre los integrantes del grupo y organicen quién/quienes se ocuparán de cada tarea.
Tareas:

- Armado del dispositivo experimental.
- Calibración de los sensores.
- Manejo de la computadora y el software de registro.
- Sacar fotos y/o filmar.
- Tomar nota de lo que ocurre dentro del/los botellón/es a lo largo del experimento.

Es muy importante que no se pierda nada de información al momento de realizar el experimento, ya que repetirlo llevaría mucho tiempo.

Documento 6: Análisis de resultados



Vamos a hacer un análisis primero de los resultados que se hayan obtenido en cada tratamiento y luego reuniremos los resultados de todos los grupos para poder sacar conclusiones más abarcadoras.

El programa asociado al sensor de dióxido de carbono ha ido registrando dos conjuntos de datos: el tiempo (medido en segundos) y la concentración de dióxido de carbono (medida en ppm, o *partes por millón*) en cada momento. Con estos datos, el programa guardó un archivo de planilla de cálculos.
Al abrirlo verán algo así:

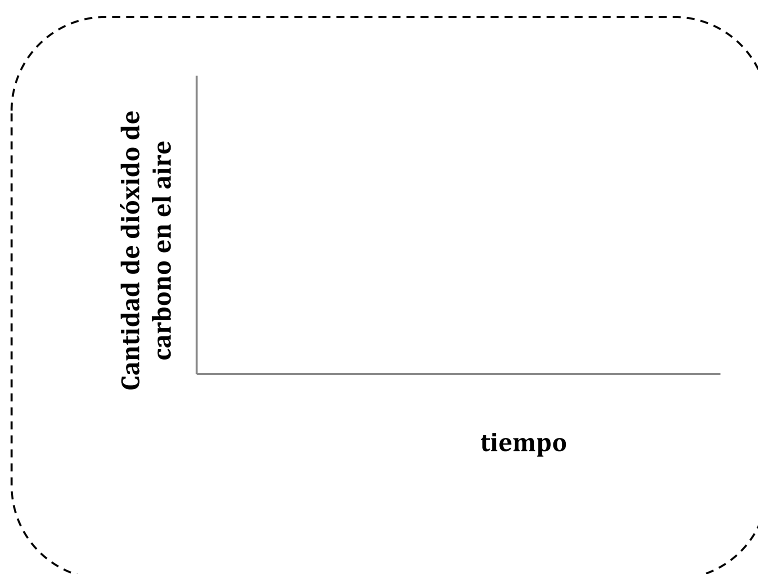
t[seg]	CO_2[ppm]
0	476
30	461
60	461
90	469
120	474
150	472

Esta tabla muestra el valor de cantidad de dióxido de carbono tomada en un tiempo dado, por ejemplo, a los 90 segundos el sensor registró 469 ppm.



La lectura de la tabla puede resultar complicada, por tener una gran cantidad de datos. Para poder representar de más sencilla esta información realizaremos un gráfico.
Seleccionen las columnas de tiempo y cantidad de dióxido de carbono y realicen un *gráfico de dispersión*, utilizando los datos de la medición completa (desde el primero al último punto).

18. *Peguen el gráfico construido.*



19. *¿Qué representan los ejes del gráfico?*
20. *¿Qué representa cada punto del gráfico?*
21. *Analicen el patrón de los puntos de su tratamiento.*

22. *Determinen si:*
    - *hubo una tendencia hacia la disminución en las cantidades de dióxido de carbono;*
    - *hubo una tendencia hacia el aumento en las cantidades de dióxido de carbono;*
    - *las cantidades de dióxido de carbono se mantuvieron constantes;*
    - *hubo un patrón variable en las cantidades de dióxido de carbono (por ejemplo, primero aumentó y luego disminuyó).*



¡Muy bien! Ya tenemos una idea de cómo se comportó la planta cuando fue iluminada con el color que elegimos nosotros. ¿Pero cómo se habrá comportado con los otros colores? ¿Cómo hacemos para concluir si un color es mejor que otro para el crecimiento de las plantas?

23. *Vuelquen sus conclusiones en la siguiente tabla:*

	Celofán rojo	Celofán azul	Celofán verde	Celofán transparente	Celofán amarillo	Oscuridad
Cantidad de dióxido de carbono						

Utilicen el siguiente sistema de notación:
🡅 si aumentó
🡇 si disminuyó
➔ si no cambió
⇳ si hubo un patrón variable

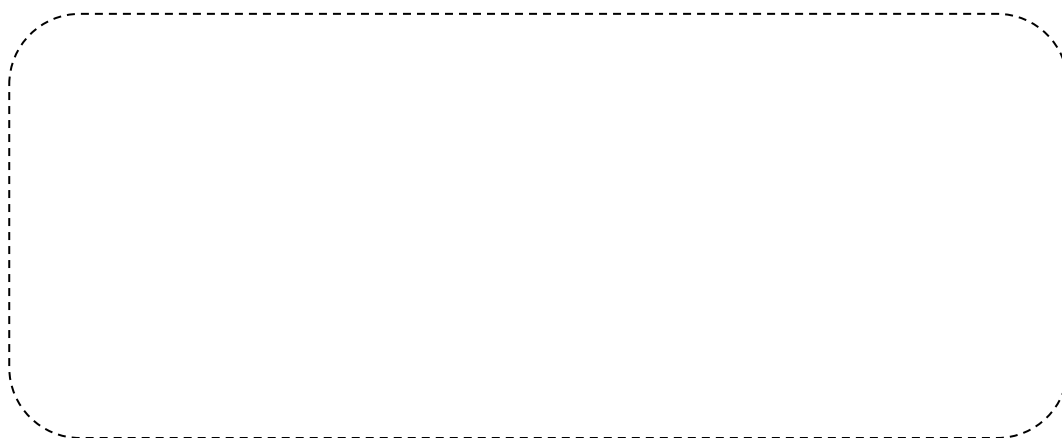
A partir de los resultados de todos los grupos, ¿podrían decir si alguno de los celofanes fue mejor que el resto? ¿Podrían ordenar el color del celofán según su efecto sobre las plantas?

24. *Antes de intentar responder estas preguntas, vamos a analizar un poco más los resultados. Para eso, veamos cuánto dióxido de carbono había en la botella al comenzar el experimento y cuánto quedó al finalizar. Algo similar a lo que hicieron en el ejercicio anterior, pero ahora poniéndole valores que nos permitan comparar si en algún botellón hubo mayor variación que en otros.*

COLOR:	
Inicial (promedio de los primeros cinco datos)	
Final (promedio de los últimos cinco datos)	
Diferencia final-inicial	

Una vez obtenida la diferencia entre la concentración inicial y final, reúnan los datos de todos los colores y construyan un gráfico de barras.

25. *Peguen el gráfico de barras con todos los datos.*



26. *¿Qué significa que las barras vayan hacia la derecha? (valores positivos)*
27. *¿Qué significa que las barras vayan hacia la izquierda? (valores negativos)*
28. *¿Qué podrían concluir de estos resultados?*

Documento 7: Respondamos la pregunta



Con TODO lo que pensaron, hicieron, experimentaron y discutieron, están en condiciones de responder las preguntas que plantearon al comenzar a trabajar (¡allá lejos! En el documento 2).

29. *Copien y peguen aquí las preguntas planteadas por Uds. al comenzar a trabajar.*

30. *¿Cuáles serían las respuestas?*

31. *Resumiendo.* ***¿Qué color o colores de nylon le recomendarían comprar a Don Ramón para su invernadero y por qué?*** *Redacten una respuesta sencilla y argumentada.*

¡Ya casi terminamos! Pero antes, discutan en grupo las siguientes cuestiones



32. *Los resultados obtenidos por el grupo, ¿fueron muy diferentes a los esperados?*
33. *¿Cuáles cuestiones consideran que modificarían del experimento si lo pudieran volver a hacer?*
34. *¿Surgieron nuevas preguntas a partir del desarrollo de esta investigación? ¿Cómo investigarían la respuesta a las nuevas preguntas?*
35. *¿Cuál fue la parte más divertida del experimento? ¿Por qué?*

BIBLIOGRAFÍA DE LAS SECUENCIAS DIDÁCTICAS

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 1

BAGGOT, L & WRIGHT, B (1996) .*The use of interactive video in teaching about cell division*. Journal of Biological Education, 30 (1), 57-66.

CURTIS, H.; BARBES et al (2008). *Biología*, Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana, (7 ed).

TORRES VALLECIO, M.R (2007) Imagen y Comunicación: La alfabetización visual. Eutopia. Artículo 9. Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) UNAM. México

LEWIS, J; LEACH,J.; WOOD-ROBINSON, C. (2000). *Genes, chromosomes, cell division and inheritance –do students see any relationship*. International Journal of Science Education 22 (2), 177-195.

PINTO, R & AMETLER, J (2002) *Students difficulties in reading images Comparing results from four national research groups.* International Journal of Science Education 24 (3), 333-34.

PINTO, R (2002), *Introduction to the Science Teacher Training in an Information Society (STTIS)*, International Journal of Science Education 24 (3), 227-234.

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 2

CLINE, B (2001). *The study of constructivist mathematical modeling for instruction of the gas laws in high school chemistry unit*, A Thesis Presented to The Departments of Physical Sciences, Emporia State University.

GARCÍA GARCÍA, J. y Perales Palacios, F. (2007). *¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias?,* Enseñanza De Las Ciencias, 2007, 25 (1), 107–132.

HUANN-SHYANG LIN, HSIU-JU CHENG y Frances LAWRENZ (2000). *The Assessment of Students and Teachers' Understanding of Gas Laws*, Journal of Chemical Education, 2000, 77 (2).

JOHSUA, S. y J.-J. DUPIN (2005). *Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática*, Buenos Aires, Ediciones Colihue.

KAUTZ, Christian H., A Paula R. L. HERON, Michael E. LOVERUDE, B and Lillian C. MCDERMOTT. *Student understanding of the ideal gas law, Part I: A macroscopic perspective,* American Association of Physics Teachers, 2005, 73 (11).

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 3

BASTIÉN MONTOYA, G. M., CÉSAR MORA, D. SÁNCHEZ-GUZMÁN. *Obstáculos en la resolución de problemas en estudiantes de bajo rendimiento* Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694, Col Irrigación, C. P. 11500, México D. F. Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México D. F

BEICHNER R. (1994) *Testing student interpretation of kinematics graphs.* American Journal of Physics, 62 (8), 750-762.

BEICHNER R. (1996) *The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills.* American Journal of Physics, 64 (10), 750-762.

DENNIS C. JR. (2002). *Start Using "Hollywood Physics" in Your Classroom!* The Physics Teachers, 40, 420-424.

MCDERMOTT, L., M. ROSENQUIST AND E. VAN ZEE (1987) *Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics.* American Journal of Physics, 55 (6), 503-513.

MCDERMOTT, L (1993) *Guest comment: How we teach and how students learn – A mismatch?* American Journal of Physics, 61(4), 295-298.

NORDINE J. (2011) *Motivating Calculus-Based Kinematics Instruction with Super Mario Bros.* The Physics Teachers, 49, 380-382.

TROWBRIDGE D. AND L. MCDERMOTT (1980) *Investigation of the student concept of velocity in one dimension.* American Journal of Physics, 48 (12), 1020-1028.

VALENTE M., A. J. NETO (1992) *El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades de aprendizaje en mecánica*. Enseñanza de las Ciencias, 10 (l), 80-85.

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 4

ALJANATI, D., WOLOVELSKY E. y TAMBUSSI, C. (1997). *Biología III: Los códigos de la* vida. Buenos Aires, Colihue.

ASTOLFI, J. P. (2009). *El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos*. Revista Educación y Pedagogía 11(25).

BANET, E. y E. AYUSO (1995). *Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias 13 (2): 137-153. Link: http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v13n2p137.pdf (Última consulta: 11/07/2014)

CURTIS, H., N. S. BARNES, ET AL. (2008). Biología 7a edición, Ed. Médica Panamericana.

GERICKE, N. M. and M. HAGBERG (2007). *Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics*. Science & Education 16 (7-8): 849-881. Link: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11191-006-9064-4 (Última consulta: 11/07/2014)

KNIPPELS, M.-C. P. J. (2002). Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education: The yo-yo learning and teaching strategy. Tesis de maestría, Universidad de Utrecht. Link: http://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/219/full.pdf?sequence=2 (última consulta: 11/07/2014)

LEWIS, J. and C. WOOD-ROBINSON (2000). *Genes, chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship?* International Journal of Science Education 22 (2): 177-195. Link: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/095006900289949 -.U7_prfldWDk(última consulta: 11/07/2014)

WOOD-ROBINSON, C. (1994). *Young people's ideas about inheritance and evolution*. Studies in Science Education. Vol. 24, tomo 1: 29-47.

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 5

CAPUTO, L. N. y SOTO, N. A: Proporcionalidad directa e inversa, dificultades en su aprendizaje. *Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE.* Disponible en

http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/09-Educacion/D-008.pdf

CARRASCOSA, A., J. *Ideas alternativas en conceptos científicos* Revista Científica / ISSN 0124 2253/ JUNIO- DICIEMBRE DE 2013 / No. 18 / BOGOTÁ, D.C

DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHIEN, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (3era edición). Coedición: Ministerio de Educación y Ciencia y Ediciones Morata

MORA, C., HERRERA, D.: *Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza* Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.3, No. 1, Jan. 2009

SALINAS RUIZ, A. *Dificultades matemáticas del alumnado de Enseñanzas Medias para la adquisición de conceptos cuantitativos en Ciencias Físico-químicas*. Disponible en http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=2676 1/

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 6

AIKENHEAD, G. (2005) *Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame Educación Química* - 2005, 16, 114-124

BOYLE, R. (1661) *The Sceptical Chymist.* J. Cadwell for J. Crooke -Tomado de: http://www.gutenberg.org/files/22914/22914-h/22914-h.htm

(Fecha último acceso: 03/08/2014)

DE MANUEL TORRES E., JIMÉNEZ LISO M. R., SALINAS LÓPEZ F. (1998) *Conceptos relacionados con los ácidos y las bases al nivel teórico y molecular: evolución histórica e ideas de los alumnos.* La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales. pp. 369-380

DEMIRCIOGLU, G. AYAS, A. DEMIRCIOGLU, H. (2005) *Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases* Chem. Educ. Res. Pract., 2005, 6 (1), 36-51 Tomado de: rsc.org/Publishing/Journals/RP/issues/2005_1/conceptual.asp Fecha último acceso: 03/08/2014

ESPINOZA, R. J. *Historia de la química enfocada en el átomo y el enlace VI* Escuela Venezolana para la enseñanza de la Química Mérida del 05 al 10 de diciembre de 2004

FOCHI, G. (2001) *El pH Devaneos filológicos* Investigación y Ciencia -2001, pp 27-28

FURIÓ, C. CALATAYUD, M. L. BÁRCENAS, S. L. (2007) ¿Comprenden los estudiantes de 2º de bachillerato el comportamiento ácido-base de las sustancias? Análisis de las dificultades de aprendizaje Tecné, Episteme y Didaxis - 2007, 22, 49-66

GUERRA, G. ALVARADO, C. ZENTENO MENDOZA, B. E. GARRITZ, A. (2008) *La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula del bachillerato* Educación Química; De Aniversario - 2008, 277-288

HARROULD KOLIEB E., SAVITZ, J (2009) *ACIDIFICACIÓN: ¿Cómo afecta el CO_2 a los océanos?* Junio 2009 Oceana Protegiendo los Océanos del Mundo - Tomado de: www.oceana.org Fecha último acceso: 03/08/2014

JENSEN, W (2004) *The symbol for pH* Journal of Chemical Education. 2004, 81, 21-22 Tomado de:http://vipnulled.com/doc/pdf/download/www__che__uc__edu--jensen--W__%20B__%20Jensen--Reprints--102__%20pH.pdf Fecha ultimo acceso: 03/08/2014

JIMENEZ APONTE, F. M. (2011) *Los conceptos de ácido y base: concepciones alternativas y construcción del aprendizaje en el aula* - Trabajo de profundización presentado como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia 2011- Tomado de: http://www.bdigital.unal.edu.co/8045/1/1186576.2011.pdf Fecha último acceso: 03/08/2014

JIMENEZ-LISO M. R.; LÓPEZ GAY R., MARQUEZ M. M. (2010) *Química y cocina: del contexto a la construcción de modelos* - Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales: Monografía Ciencia y cocina - 2010, 65, 33-44

SHAW, P. (1725) *The philosophical works of the honourable Robert Boyle.* W. and J. Innys Tomado de *https://archive.org/details/philosophicalwo01boylgoog*

Fecha ultimo acceso: 03/08/2014

WISNIAK, J.(2005) *Nicolás Lémery* Revista CENIC Ciencias Químicas -2005, 36, 2

SECUENCIA DIDÁCTICA N.° 7

BECIHNER, R. (1994) *Testing student interpretation of kinematics graphs.* Amercian Journal of Physics, 62 (8), 750-762.
BECIHNER, R. (1996) *The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills.* Amercian Journal of Physics, 64 (10), 750-762.
McDERMOTT, L., ROSENQUIST, M., VAN ZEE, E. (1987) *Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics*. Amercian Journal of Physics, 55 (6), 503-513.
McDERMOTT, L. (1993) *Guest comment: How we teach and how students learn – A mismatch?* Amercian Journal of Physics, 61(4), 295-298.
NORDINE, J. (2011) *Motivating Calculus-Based Kinematics Instruction with Super Mario Bros.* The Physics Teachers, 49, 380-382.

TORRES CLIMENT, A. (2010) Empleo del laboratorio asistido po ordenador en la enseñanza de la física y química de secundaria y bachillerato. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien., 2010, 7(3), pp. 693-707.

TROWBRIDGE, D., McDERMOTT, L. (1980) *Investigation of the student concept of velocity in one dimension.* Amercian Journal of PhysicsAm, 48 (12), 1020-1028.

VALENTE, M., NETO, A. J. (1992) *El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades de aprendizaje en mecánica*. Enseñanza de las Ciencias, 10 (l), 80-85.

SECUENCIA DIDÁCTICA N.° 8

BERENGUER SUBILS, M.J. Y BERNAL DOMÍNGUEZ, F (2000). *El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior.* Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_549.pdf. Fecha de último acceso: 12/8/2014.

GELLON, G. ROSENVASSER FEHER E., FURMAN, M. Y GOLOMBEK, D. (2005). *La Ciencia en el aula*. Buenos Aires, Paidós. (Segunda parte. El aspecto metodológico de la ciencia).

MCCOMAS, W. (Ed.) (2000). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Springer Netherlands. (Capítulo 3).

RATCLIFFE, M. Y GRACE, M. (2003). *Science education for citizenship*. Londres, Open University Press. (Capítulo 1).

SECUENCIA DIDÁCTICA N.° 9

CANDÁS, A., FERNÁNDEZ, D., GORDILLO, G., WOLF, E., & FUMAGALLI, L. (2000). *Química. Estructura, propiedades y transformaciones de la materia.* Buenos Aires, Editorial Estrada (Polimodal).

GELLON, G. (2007). *Había una vez el átomo, o cómo los científicos imaginan lo invisible,* Buenos Aires, Siglo veintiuno editores (Colección Ciencia que Ladra).

JOSELEVICH, M. (2011). La química está en todos lados. ¿También en la pintura? *Química Viva*, *10*(3), 253-266. http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v10n3/joselevich.pdf Fecha de último acceso: 15/8/2014.

POZO MUNICIO, J. I., & CRESPO, M. Á. G. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* Madrid, Ediciones Morata.

VON REBEUR, A. (2010). *La ciencia del color. Historias y pasiones en torno a los pigmentos*. Buenos Aires, Siglo veintiuno editores (Colección Ciencia que Ladra).

SECUENCIA DIDÁCTICA N.º 10

ALEIXANDRE, M. (1998). “Diseño Curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.

CAMPANARIO, J. y OTERO, J. (2000). “Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias meta cognitivas de los alumnos de ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.

CAÑAS, A. y MARTÍN DÍAZ, M. (2010). “¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado?”. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(66), 80-87.

SOUBIRÓN, E. (2005). “Las Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE) como alternativa metodológica en el aula”. Tomado de: http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/SPE.pdf. Fecha último acceso: 13/08/2013.

TENREIRO VIEIRA, C. y VIEIRA, R. (2006). “Diseño y Validación de Actividades de Laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos”. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3), 452-466.

escuelas de innovación

WWW.CONECTARIGUALDAD.COM.AR